

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,
МОЛОДЁЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



Л. Е. ЧЕРНЯКОВА, А. И. МАЛЕЕВ, Я. Н. ПРИЛУЦКАЯ

ФИЗИКА

Учебно-методическое пособие для иностранных учащихся
подготовительного отделения

Харьков
ХНАГХ
2013

УДК 53 (075)

Физика : Учебно-методическое пособие для иностранных учащихся подготовительного отделения / Л. Е. Чернякова, А. И. Малеев, Я. Н. Прилуцкая; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х. : ХНАГХ, 2013. – 75 с.

Авторы: Л. Е. Чернякова,
А. И. Малеев,
Я. Н. Прилуцкая

Рецензент: В. М. Косевич, д. ф.-м.н., проф.

Данное издание предназначено для иностранных учащихся, обучающихся на подготовительных факультетах и готовящихся к поступлению в высшие учебные заведения. В учебном пособии содержится минимальный объем учебной информации, с помощью которой можно усвоить основы курса физики на русском языке.

Цель данного пособия – дать некоторые физические понятия иностранным учащимся в удобной для их восприятия форме. С этой целью приводится вспомогательный словарь на четырёх языках: русском, английском, французском и арабском. Для удобства словарь представлен в тематическом и алфавитном порядке.

Пособие состоит из «Вводного курса», рассчитанного на семь первых занятий, и раздела «Механика». Каждая тема занятий включает содержательную часть, контрольные вопросы, задания и задачи.

Рекомендовано кафедрой русского языка как иностранного (протокол № 6 от 15.02.2005 г.).

Тема 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ В ФИЗИКЕ

Физика – это наука о природе. Физика – это наука о мире, который нас окружает.

Физика *изучает* свойства физических тел и физические явления.

Физическое тело – это объект природы, это каждый (любой) предмет в физике. Объекты природы могут быть большие и малые. Большие объекты – это *макрообъекты*, например, Солнце, Земля. Малые объекты – это *микрообъекты*, например, молекула, атом.

Физическое явление – это движение объектов природы. Любое изменение в природе называется явлением природы или физическим явлением.

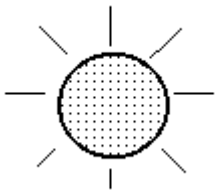

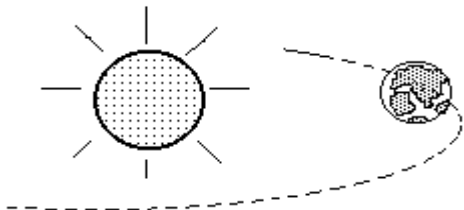




Движение – это любое изменение материи. **Материя** – это все, что реально существует в природе. Материя всегда движется. Все объекты материального мира находятся в непрерывном движении: человек идет, автобус едет, самолет летит, Земля вращается, Солнце светит, вода кипит (таблица 1).

Полный курс физики состоит из многих разделов (рис. 1). В каждом разделе изучается определенная форма движения материи.

Физические формы движения материи – это механическое движение, тепловое движение, электромагнитные процессы, атомные и ядерные явления. Самым простым видом движения материи является механическая форма движения. Законы механического движения изучаются в первом разделе физики – механике.

Таблица 1. – Примеры физических тел и явлений

ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕЛА		ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
		
Дерево	Человек	Человек идет
		
Дом	Автобус	Автобус едет

		
Солнце	Земля	Земля движется (вращается) вокруг Солнца
		
Самолет	Самолет летит	
		
Чайник с водой	Вода кипит	

ФИЗИКА	МЕХАНИКА	кинематика
		динамика
		статика
	ГИДРОСТАТИКА	
	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА	
	ТЕРМОДИНАМИКА	
	ЭЛЕКТРИЧЕСТВО	
	МАГНЕТИЗМ	
	КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	
	ОПТИКА	
	АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА	

Рис. 1

Словарь к теме 1

Русский	Английский	Французский	Арабский
физика	physics	physique	فيزياء
физический	physical	physique	فيزيائي
механика	mechanics	mécanique	ميكانيك
механический	mechanical	mécanique	ميكانيكيه

основной	basic	fondamental	أساسي, رئيسي
понятие	idea; notion	idée	فكره
наука	science	science	علم
природа	nature	nature	طبيعته
материя	matter	matière	ماده
материальный	material	material	مادي
мир	world	savon	عالم
окружающий	surrounding	environnement	المحيط
изучать	study; learn	étudier	يدرس
свойство	property	propriété	ملكه, خاصيه
тело	body	corps	جسم
явление	phenomenon	phénomène	ظاهرة, تعتبر
объект (предмет)	object	object	شيء
каждый (любой)	each (any)	chacun	كل
движение	motion	mouvement	حركه
двигаться	move	se mouvoir	يتحرك
изменение	change	changement	تغير
называть(ся)	call	s'appeller	يسمى
находить	find	trouver	يقع
непрерывный	continuos	continu	متواصل
например	for example	par exemple	مثال
таблица	table	table	جدول
человек	man	personne	انسان
дерево	tree	arbre	شجره
дом	house	maison	بيت
автобус	bus	autobus	باص
машина	car	voiture	سياره
солнце	sun	soleil	شمس
земля	earth; ground	terre	أرض
луна	moon	lune	قمر
самолёт	airplane	avion	طائره
вода	water	eau	ماء
чайник	kettle	teillere	ابريق الشاي
идти (идёт)	go; walk	marcher, aller	يذهب, يمشي
ехать (едет)	drive; go	aller	يذهب راكبا, يسافر
вращаться	rotate	tourner	يدور
вокруг	around; about	autour	حول
лететь	fly	voler	يطير
кипеть	boil	bouillir	يغلي
светить	shine	lumiere	يضيء
делить(ся)	divide	deviser	يقسم
раздел	part	chapitre	قسم
определённый	definite	défini	محدد

данный	given	donné	معطى
форма	form; shape	forme	شكل
вид	kind	espèce	نوع, مظهر
кинематика	kinematics	cinématique	علم الحركة المجردة
кинематический	kinematical	cinématique	علم الحركة التجريدي
динамика	dynamics	dynamique	ديناميكا
динамический	dynamical	dynamique	ديناميكيه
статика	statics	statique	حسابي
гидростатика	hydrostatics	hydrostatique	أستاتيكا السوائل
молекула	molecule	molecule	جزيء
тепло	heat	chaleur	دافئ
тепловой	thermal	thermique	دفئي
термодинамика	thermodynamics	thermodynamique	الطاقة الحركية
электричество	electricity	électricité	كهرباء
электрический	electric	électrique	كهربائي
магнетизм	magnetism	magnétisme	مغناطيس
колебание	vibration	vibration	ذبذبه
волна	wave	onde	موجه
оптика	optic	optique	بصريات
атом	atom	atome	ذره
атомный	atomic	atomique	ذري
ядерный	nuclear	nucléaire	نووي
процесс	process	procès	عملية
простой	simple; easy	simple	بسيط
закон	law	loi	قانون

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое физика?
2. Что изучает физика?
3. Что такое физическое тело? Приведите примеры.
4. Какие объекты природы вы знаете? Приведите примеры.
5. Что такое физическое явление? Приведите примеры.
6. Что такое движение?
7. На какие разделы делится курс физики?

Тема 2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ И ТЕЛО ОТСЧЕТА. МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА

Механическое движение – это изменение положения физического тела в пространстве и во времени. Механическое движение происходит в пространстве и во времени.

Физические тела имеют форму, размеры и находятся среди других тел. Например, когда мы говорим: «Книга лежит на столе слева от тетради» (рис. 2), то мы определяем положение книги (данного тела) в пространстве относительно тетради (другого тела). Тетрадь в данном примере есть тело отсчета.

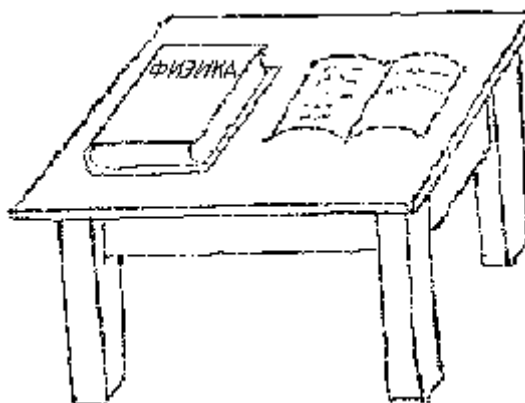


Рис. 2

Тело отсчета – это объект, относительно которого определяют положение данного тела в пространстве.

Рассмотрим примеры из табл. 1:

человек идет относительно дерева, дерево – тело отсчета;

автобус едет относительно дома, дом – тело отсчета;

Земля вращается относительно Солнца, Солнце – тело отсчета;

Луна вращается относительно Земли, Земля – тело отсчета.

Любое физическое тело может быть телом отсчета.

Если тело движется, его положение относительно тела отсчета изменяется. Если тело не движется – тело находится в покое, тело покоится. *Механическое движение и покой относительны*, поэтому тело одновременно (в одно время) может находиться в покое и движении. Например, в автобусе сидит человек, а автобус движется относительно дома. Человек не движется (находится в покое) относительно автобуса, но человек движется относительно дома.

Чтобы определить положение тела в пространстве и во времени (рис. 3), нужно иметь тело отсчета (точка 0), систему координат XYZ и часы. Система координат, тело отсчета и часы – это есть **система отсчета**.

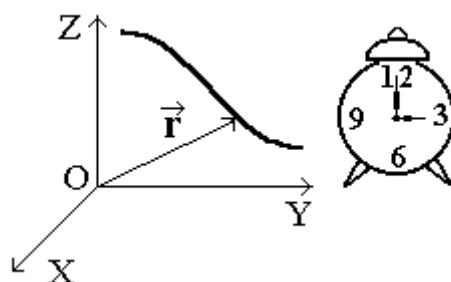


Рис. 3

Положение точки на прямой линии определяется с помощью одной оси координат ОХ (рис. 4а).

Положение точки на плоскости определяется с помощью двух осей координат ОХ и ОУ (рис. 4б).

Положение точки в пространстве определяется с помощью трех осей, которые образуют систему координат ХОУ (рис. 4в).

Часто физическое тело мы называем точкой, материальной точкой. Что же такое материальная точка? **Материальная точка** – это физическое тело, размер и форму которого можно не учитывать в данной задаче.

Каждое физическое тело имеет размеры и форму. Если в задаче не учитывают (не рассматривают) размеры и форму тела, то такое тело называют материальной точкой.

Например, Земля вращается вокруг Солнца (табл. 1). Радиус Земли $R=6400$ км, расстояние от Земли до Солнца $L=150\,000\,000$ км. Радиус Земли много меньше расстояния от Земли до Солнца ($R \ll L$), поэтому размером Земли можно пренебречь (не учитывать) и считать Землю материальной точкой в данной задаче.

В одной задаче тело может быть материальной точкой, а в другой задаче это же тело нельзя считать материальной точкой.

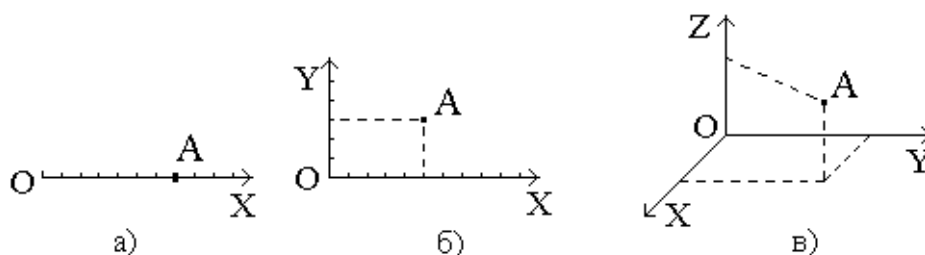


Рис. 4

Словарь к теме 2

Русский	Английский	Французский	Арабский
положение	position	position	وضعيه
пространство	space	espace	فضاء
время	time	temps	وقت
часы	watch	montre	ساعة

происходить	take place	passer	تحتل, تحل, يحصل
размер	size	mesure	قياس
длина	length	longueur	طول
ширина	breath, width	largeur	عرض
высота	height	hauteur	الارتفاع
радиус	radius	rayon	شعاع
диаметр	diameter	diamètre	قطر
среди (между)	amidst, among	entre	متوسط (بين)
другой	another	autre	آخر, ثاني
рисунок (рис.)	drawing, picture	photo, image	رسمه
лежать (лежит)	lie	poser	يستلقي
стол	table	table	طاولة
книга	book	livre	كتاب
тетрадь	copy-book	cahier	دفتر
слева	left	à gauche	يسار
справа	to the right	à droite	يمين
определять	define	définir	يحدد, يعرف
относительно	relatively	relativement	نسبياً
пример	example	exemple	مثال
отсчет	reference	reference	نظام, حساب
покой	rest	repos	سكون, يهدأ
покоиться	rest	reposer	يسكن, يهدء
одновременно	simultaneously	simultanément	في وقت واحد
система	system	système	نظام, جهاز
координата	coordinate	coordonnée	أحداثي
ось координат	axis of coordinate	axe	المحور الأحداثي
точка	point	point	نقطه
прямая	straight, direct	la ligne droite	مستقيم, على طول
линия	line	ligne	خط
плоскость	plane	plan	مستوى
помощь	help	aider	مساعده
не учитывать (пренебрегать)	neglect	négliger	عطل, اهمل
рассматривать	examine, consider	considerer	يأخذ بعين الاعتبار
задача	problem, sum	problème	مسأله
расстояние	distance	distance	مسافه
меньше (от мало)	less (little)	inferieur	أقل, قليل
нельзя	it's impossible	on ne peut pas	ممنوع

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое механическое движение? Приведите примеры.
2. Что такое тело отсчета? Приведите примеры.
3. Что такое система отсчета?

4. Почему можно сказать, что механическое движение и покой относительны? Приведите примеры.
5. Как определить положение точки на прямой линии? На плоскости? В пространстве?
6. Что такое материальная точка? Приведите примеры.

Тема 3. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. ТРАЕКТОРИЯ. ПУТЬ. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

Когда точка (тело) движется, она описывает линию. Линия, по которой движется тело, называется **траекторией**. Если траектория прямая линия, движение **прямолинейное** (рис. 5а). Движение по траектории АВ – прямолинейное.

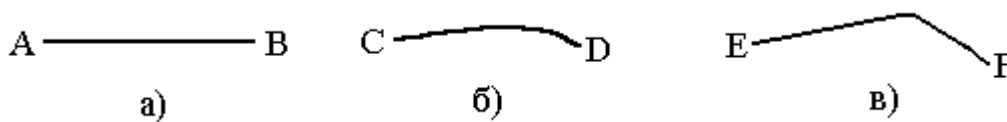


Рис. 5

Если траектория кривая линия, движение **криволинейное**. Движение по траекториям CD и EF криволинейное (рис. 5б и 5в).

При движении точки ее координаты изменяются во времени (Δt – промежуток времени). Точка перемещается по траектории: за время Δt точка проходит путь S , равный длине траектории. **Путь** – это длина траектории, по которой перемещается тело за время Δt (рис. 6): $S_{AB} = 3$ м; $S_{CD} = 5$ м; $S_{EF} = 7$ м.

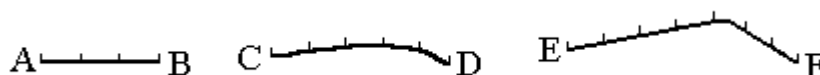


Рис. 6

Направление движения тела показывает вектор перемещения $\Delta \vec{r}$. **Вектор перемещения** или **перемещение** $\Delta \vec{r}$ – это вектор, который соединяет начальную и конечную точки траектории (рис. 7).

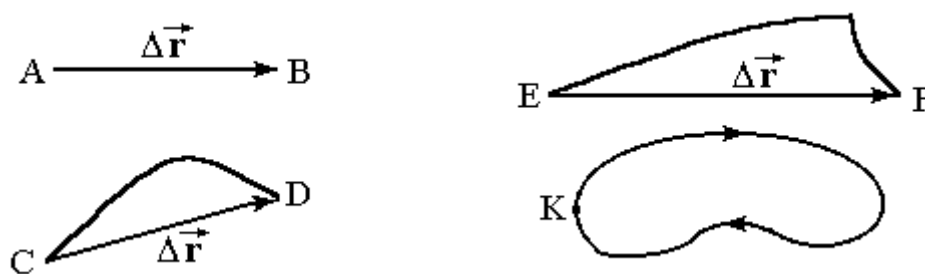


Рис. 7

Для замкнутого движения (движение начинается в точке К и заканчивается в этой же точке К) перемещение $\Delta \vec{r}_{KK} = 0$.

Время Δt , путь S , перемещение $\Delta \vec{r}$ – это характеристики движения ($\Delta t, S, \Delta \vec{r}$ – это обозначения или символы характеристик движения). Движение характеризуется еще такими величинами, как скорость \vec{v} и ускорение \vec{a} .

Словарь к теме 3

Русский	Английский	Французский	Арабский
описывать / описать	describe	décrire	وصف
траектория	trajectory	trajectoire	مسار
прямолинейный	rectilinear	rectiligne	خط مستقيم
кривая	curve	courbe	منحني
криволинейный	curvilinear	curviligne	خط منحني
промежуток	interval	intervalle	مجال
перемещаться	to be displaced	se déplacer	يزاح
перемещение	displacement	déplacement	ازاحه
путь	way	voie	طريق
направление	direction	direction	اتجاه
показывать / показать	show	voir	يري, يوضح يري, يوضح
вектор	vector	vecteur	متجه
соединять	connect, join	lier, unir	يصل, يوحد
начало	beginning	début	بدايه
начальный	initial, first	initial	بدائي
конец	end	fin	نهايه
конечный	final	final	نهائي
замкнутый	closed, isolated	fermé	مقفول, معزول
характеристика	character	caractéristique	خصائص
характеризоваться	characterize	caractériser	خصائي
обозначение	denotation	désignation	تعني, معنى
символ	symbol	symbole	رمز
величина	quantity	grandeur	قياس, قيمه, مقدار
скорость	velocity	vitesse	سرعه
ускорение	acceleration	accélération	تسارع

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое траектория?
2. Какое движение называется прямолинейным?
3. Какое движение называется криволинейным?
4. Что такое путь?
5. Что такое перемещение?
6. Назовите характеристики движения.

Тема 4. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Время, путь, перемещение, скорость и ускорение – это физические величины, которые характеризуют движение. **Физическая величина** – это характеристика физического тела или явления, которую можно измерить или вычислить. Путь, время, перемещение измеряют, а скорость и ускорение вычисляют по формулам.

Для измерения физических величин нужны приборы. Например, для измерения длины нужна линейка, а для измерения времени нужны часы.

Каждую физическую величину обозначают буквой латинского или греческого алфавита. Эти буквы называют символами физических величин, например, S – путь, $\Delta \vec{r}$ – перемещение, \vec{v} – скорость, ν – частота.

В таблице 2 приведены греческий и латинский алфавиты и их транскрипция.

Таблица 2. – Латинский и греческий алфавиты

<i>Латинский алфавит</i>				
Aa - а	Gg - же	Mm -эм	Ss -эс	Yy игрек
Bb - бэ	Hh - аш	Nn -эн	Tt -тэ	Zz зэд
Cc - цэ	Ii - и	Oo -о	Uu -у	
Dd - дэ	Jj - жи	Pp -пэ	Vv -вэ	
Ee - э	Kk - ка	Qq -ку	Ww -дубль-вэ	
Ff - эф	Ll - эль	Rr -эр	Xx -икс	
<i>Греческий алфавит</i>				
Aa –альфа	Zz –дзета	Ll –лямбда	Pp–пи	Ff –фи
Bb –бета	Hh –эта	Mm–ми(мю)	Rr –ро	Cc –хи
Gg –гамма	Qq –тэта	Nn–ни(ню)	Ss –сигма	Yy –пси
Dd –дельта	I i –йота	Xx –кси	Tt –тау(таф)	Ww–омега
Ee –эпсилон	Kk –каппа	Oo –омикрон	Uu –ипсилон	

Каждая физическая величина имеет свою **единицу измерения (размерность)**. Единица измерения пути – метр, времени – секунда, скорости – метр в секунду.

Единицы измерения делятся на **основные** и **производные**. Единицы измерения, которые можно измерить, называют основными. Единицы измерения, которые вычисляют по формулам, называют производными.

Основные, дополнительные и производные единицы измерения вместе составляют систему единиц измерения. Одна из принятых международных систем единиц – это СИ (система интернациональная). Она была принята в 1960 г. Большинство стран приняли решение о переходе к этой системе. В таблице 3

представлены некоторые физические величины и их единицы измерения в международной (интернациональной) системе СИ.

Система СИ имеет три группы единиц измерения: основные, дополнительные и производные. Основных единиц измерения семь: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела. Дополнительных единиц измерения две, а производных единиц измерения очень много. Каждая производная единица измерения состоит из основных единиц. Например, единица измерения скорости – м/с. Её получают по формуле: $v = S/t$, где S – это путь (единица измерения пути в СИ – метр), t – это время (единица измерения времени в СИ – секунда). Метр и секунда – это основные единицы измерения, а м/с – это производная единица измерения.

Таблица 3. – Физические величины и их единицы измерения в СИ(SI)

Физическая величина	Символ	Единица измерения	Обозначение	
			русское	международное
		<i>Основные единицы измерения</i>		
Длина	L	метр	м	m
Масса	m	килограмм	кг	kg
Время	t	секунда	с	s
Сила тока	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	T	кельвин	К	K
Количество вещества	ν	моль	моль	mol
Сила света	I	кандела	кд	cd
		<i>Дополнительные единицы</i>		
Плоский угол	ϕ	радиан	рад	rad
Телесный угол	Ω	стерадиан	ср	sr
		<i>Производные единицы</i>		
Площадь	S	квадратный метр	м ²	m ²
Объем	V	кубический метр	м ³	m ³
Скорость	\vec{v}	метр в секунду	м/с	m/s
Ускорение	\vec{a}	метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²
Угловая скорость	ω	радиан в секунду	рад/с	m/s
Период	T	секунда	с	s
Частота	ν	герц	Гц	Hz

Плотность	ρ	килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³
Импульс	\vec{p}	килограмм-метр в секунду	кг · м/с	kg · m/s
Сила	\vec{F}	ньютон	Н	N
Давление	P	паскаль	Па	Pa
Работа, энергия	A	джоуль	Дж	J
Мощность	N	ватт	Вт	W

Словарь к теме 4

Русский	Английский	Французский	Арабский
единица измерения (размерность)	unit of measure	unit mesure	وحدة قياس
вычислять	calculate	calculer	يحسب
формула	formula	formule	قاعده, قانون
метр	meter	metre	متر
секунда	second	second	ثانيه
основной	basic	fondamental	بدائي, أولي
производный	derived	dérivé	مشتق
составлять / составить	make up, form	poser mettre	تضع
принять	assume, take	accepter	تقبل
международный (интернациональный)	international	international	عالمي
представлять	present, produce	produire	تنتج
некоторый	some, certain	certain	بعض
дополнительный	supplementary	supplémentaire	خصوصي
масса	mass	masse	كتله
килограмм	kilogram(me)	kilogramme	كيلوجرام
сила тока	force of current	force de courant	قوة التيار
ампер	ampere	ampere	أمبير
термодинамический	thermo-dynamical	thermo-dynamice	ثيرموديناميكي
температура	temperature	température	حراره
кельвин	kelvin	kelvin	كيلفن
количество вещества	quantity of substance	quantité de substance	كميه
моль	mol	mol	مول
сила света	force of light	force lumiere	قوة الضوء
кандела	candela	kandel	كاندل
угол плоский телесный	angle plane corporal	angle plane corporel	زاويه
радиан	radian	radian	الشعاع

стерадиан	steradian	steradian	زاوية نصف قطريه مجسمه
площадь	area	aire	مساحه
квадрат	square	carre	مربع
квадратный (корень)	square (root)	carre(e)	تربيعي
куб	cube	cube	مكعب
кубический	cubic	cubique	تكعيبي
объем	volume	volume	حجم
период	period	période	دوره
частота	frequency	fréquence	تردد
герц	hertz	hertz	هيرتز
плотность	density	densité	كثافه
импульс	impulse	impulsion	مؤشر نبض دفع القوه
сила	force	force	القوه
ньютон	newton	newton	نيوتن
момент	moment	moment	لحظه
давление	pressure	pression	ضغط
паскаль (Па)	pascal (Pa)	pascal (Pa)	باسكال
работа	work	travail	عمل
энергия	energy	énergie	طاقه
джоуль (Дж)	joule (J)	joule (J)	دجول
мощность	power	puissance	قدره
ватт (Вт)	watt (W)	watt (W)	واط

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое физическая величина? Какие физические величины Вы знаете?
2. Что имеет каждая физическая величина?
3. Назовите основные единицы измерения в СИ.
4. Какие единицы называют основными единицами измерения? Приведите примеры.
5. Какие единицы называют производными единицами измерения? Приведите примеры.
6. Из каких групп состоит международная система единиц измерения СИ?

Тема 5. ВЕКТОРНЫЕ И СКАЛЯРНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Физические величины делятся на две группы: векторные и скалярные величины.

Скалярная величина (*скаляр*) – это величина, которая характеризуется положительным или отрицательным числом. Например, температура t может быть $+10^0\text{C}$ и -10^0C ; путь S отвечает на вопрос: на сколько (на какое количество метров) переместилось тело. Физические величины: температура (t или T), путь (S), время (t), масса (m) – это скалярные величины.

Векторная величина (*вектор*) – это величина, которая характеризуется числом и направлением в пространстве. Например, перемещение $\Delta\vec{r}$ в отличие от пути S отвечает на два вопроса: на сколько переместилось тело и в каком направлении переместилось тело. Вектор – это направленный отрезок прямой. Вектор изображается прямой линией со стрелкой на конце (рис. 8а). Стрелка показывает направление вектора. Векторную физическую величину обозначают стрелкой над символом или выделяют жирным шрифтом. Например, \vec{F} или \mathbf{F} .

Модуль вектора – это длина вектора. Модуль вектора всегда имеет положительное значение: $|\vec{a}| = a = 2$.

Физические величины: перемещение $\Delta\vec{r}$, скорость \vec{v} , ускорение \vec{a} , сила \vec{F} – это векторные величины. Для прямолинейного движения модуль вектора перемещения – это путь: $|\Delta\vec{r}_{AB}| = S_{AB} = 4\text{ м}$ (рис. 8б).

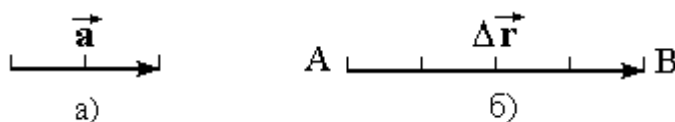


Рис. 8

Словарь к теме 5

Русский	Английский	Французский	Арабский
скаляр	scalar	scalaire	كميه غير متجهه
число	number	nombre	رقم
положительный	positive	positive	ايجابي
отрицательный	negative	négatif	سلبي
градус	degree	degré	درجه
отвечать	answer, reply	répondre	يجابو
вопрос	question	question	سؤال
сколько	how much	combien	كم
отличие	difference	différence	اختلاف
какой	what, which	comment, quel	أي
стрелка	arrow, hand	flèche, aiguille	سهام
модуль	modulus	module	منظم

иметь	take	avoir	يملك
значение	value	valeur	معنى

Контрольные вопросы и задания

1. На сколько групп делятся физические величины?
2. Что такое скалярная величина (скаляр)? Приведите пример.
3. Что такое векторная величина (вектор)? Приведите пример.
4. Что такое модуль вектора?
5. Как обозначают векторную величину?

Тема 6. ДЕЙСТВИЯ С ВЕКТОРАМИ

Вектор имеет величину (длину) и направление, поэтому действия, которые мы производим с векторами, отличаются от алгебраических действий с числами.

Равенство векторов

а) Два вектора равны, если они равны по величине (равны их модули) и они имеют одинаковое направление (рис. 9а): $\vec{a} = \vec{b}$, $|\vec{a}| = |\vec{b}|$.

б) Если два вектора равны по величине, параллельны, но имеют противоположное направление (рис. 9б), то $\vec{c} = -\vec{d}$, $|\vec{c}| = |\vec{d}|$.

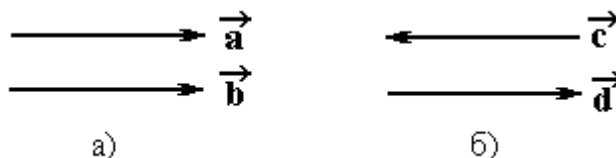


Рис. 9

Сложение векторов

Векторные величины складываются геометрически (скалярные величины складываются алгебраически). Определим вектор \vec{c} , который равен сумме векторов \vec{a} и \vec{b} (рис. 10а): $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$; \vec{a} и \vec{b} – составляющие векторы, α – угол между векторами \vec{a} и \vec{b} , \vec{c} – результирующий вектор.

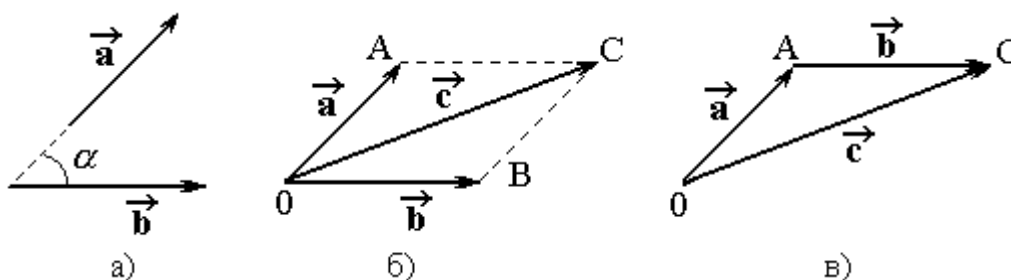


Рис. 10

Есть два правила сложения векторов: правило параллелограмма и правило треугольника.

а) Правило параллелограмма. Перенесем векторы \vec{a} и \vec{b} параллельно самим себе в точку 0 так, чтобы их начала совпадали (рис. 10б). На векторах построим параллелограмм OACB. Проведем из точки 0 диагональ параллелограмма OC – это и есть результирующий вектор \vec{c} .

Величина (модуль) вектора \vec{c} определяется по следующей формуле:

$$|\vec{c}| = c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cdot \cos \alpha}.$$

б) Правило треугольника. Чтобы сложить два вектора \vec{a} и \vec{b} по правилу треугольника, перенесем их параллельно самим себе так, чтобы конец вектора \vec{a} и начало вектора \vec{b} совпали (рис. 10в). Получим ломаную линию OAC. Результирующий вектор \vec{c} – это вектор, который соединяет начало O и конец C ломаной линии: $|\vec{c}| = c = OC$.

Сложение нескольких векторов проще проводить по правилу треугольника (рис. 11а):

$$\vec{f} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}.$$

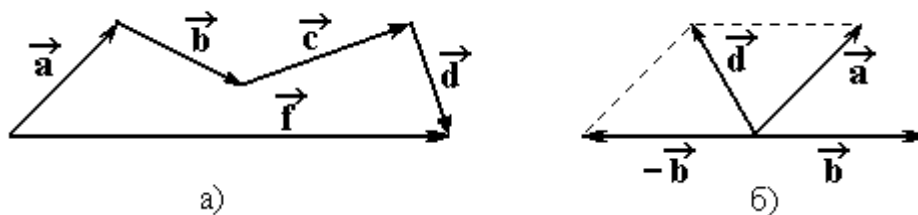


Рис. 11

Вычитание векторов

Вычитание векторов производится по тем же правилам, что и сложение (рис. 11б):

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}.$$

Умножение векторов

Умножение векторов включает несколько действий. Рассмотрим некоторые из них.

а) Умножение вектора на число n . При умножении вектора \vec{a} на положительное число ($n > 0$) результирующий вектор $\vec{c} = n \cdot \vec{a}$ будет параллелен вектору \vec{a} (рис. 12а). Модуль вектора \vec{c} в n раз больше модуля вектора \vec{a} . При умножении вектора на отрицательное число ($n < 0$) результирующий вектор будет антипараллелен вектору \vec{a} (рис. 12б). Модуль результирующего вектора

$$|\vec{c}| = c = |n| \cdot |\vec{a}|.$$

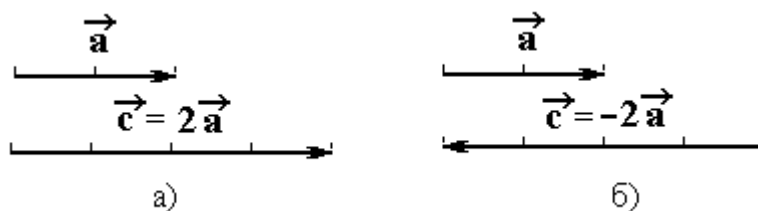


Рис. 12

б) Скалярное произведение векторов. При скалярном перемножении двух векторов \vec{a} и \vec{b} (α - угол между направлениями данных векторов) получаем скалярное произведение $(\vec{a} \cdot \vec{b})$.

Скалярное произведение двух векторов – это скаляр, численное значение которого равно произведению модулей этих векторов на косинус угла между ними

$$(\vec{a} \cdot \vec{b}) = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \alpha.$$

Например, работа A есть скалярное произведение силы \vec{F} на вектор перемещения $\Delta \vec{r}$:

$$A = (\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}) = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cdot \cos \alpha.$$

Проекция вектора на координатную ось

Вектор $\vec{a} = \overline{AB}$ находится в системе координат XOY (рис. 13). Между вектором \vec{a} и положительным направлением оси OX угол составляет α . Чтобы найти проекцию вектора $\vec{a} = \overline{AB}$ на координатную ось OX , надо определить координаты начала и конца вектора \overline{AB} . Опустим перпендикуляры на ось OX из конца B и начала A вектора \overline{AB} . Длина отрезка $A_x B_x$ – это проекция вектора \overline{AB} на ось OX

$$a_x = A_x B_x = B_x - A_x = 3 - 1 = 2.$$

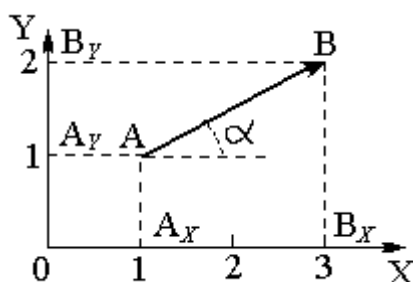


Рис. 13

Проекция вектора на координатную ось – это скалярная величина, равная разности координат конца и начала вектора. Проекции вектора на оси OX и OY можно вычислить по формулам, если известны модуль вектора $|\vec{a}| = a$ и угол α :

$$a_x = a \cdot \cos \alpha, \quad a_y = a \cdot \sin \alpha.$$

Словарь к теме 6

Русский	Английский	Французский	Арабский
действие	action	action	تأثير
поэтому	therefore	c'est pourquoi	لذلك
алгебраический	algebraic	algébrique	الجبر
равенство	equality	égalité	تساوي
если	if	si	إذا
параллельный	parallel	parallèle	متوازي
одинаковый	the same	identique	متساوي
противоположный	contrary, opposite	opposer	معاكس
сложение	addition	addition	مركب, معقد
складывать	add	additionner	اضافه
сумма	sum	somme	مجموع
составляющий	component	composant	عنصر أساسي, عامل مكون
резльтирующий	resultant	resultant	النتيجة
правило	rule	règle	حقيقة
параллелограмм	parallelogram	parallélogramme	متوازي أضلاع
треугольник	triangle	triangle	مثلث
переносить	transfer	transférer	ينقل, يحمل
совпасть	coincide	coincider	يتزامن, يتطابق
построить	build, conduct	construire	يبنى
проводить / про- вести (линию)	draw (a line)	conduire, transser la ligne	
диагональ	diagonal	diagonale	مائل, جانبي, منحرف
получить	receive	recevoir	استلم
ломаная	broken	cassé	مكسور
несколько	a few, somehow	quelques	قليل, شيء ما
проще (от простой)	simpler, easier	simple	أسهل
вычитание	subtraction	soustraction	الجمع
умножение	multiplication	multiplication	الضرب
включать (заключать)	consist, conclude	brancher	يحتوي, يضم
антипараллелен	anti-parallel	anti-parallele	متوازي ومعاكس الاتجاه
произведение	product	production	ناتج
перемножение (умножение)	multiplication	multiplication	ضرب
косинус	cosine	cosinus	جت-الظلا
синус	sinus	sinus	جا

проекция	projection	projection	اسقاط
опустить	pull down	abaisser	ينزل
перпендикуляр	perpendicular	perpendiculare	عامودي
разность	difference	différence	اختلاف
известный	know	connu	معروف

Контрольные вопросы и задания

1. Когда два вектора равны друг другу?
2. Как складываются векторные величины?
3. Какие правила сложения векторов вы знаете?
4. Как сложить несколько векторов?
5. Как умножить вектор на число? Нарисуйте вектор \vec{c} , который равен $2\vec{a}$, $-3\vec{a}$.
6. Чему равно скалярное произведение двух векторов?
7. Как найти проекцию вектора на ось?

Тема 7. ПАРАМЕТРЫ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ – СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ

Движение точки вдоль оси OX (рис. 14) из положения x_0 (время t_0) в положение x_1 (время t_1) характеризуют такие параметры: радиус-векторы \vec{r}_0 и \vec{r}_1 , перемещение $\Delta\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_0$, пройденный путь $S = |\Delta\vec{r}|$, промежуток времени $\Delta t = t_1 - t_0$, а также скорость \vec{v} и ускорение \vec{a} .

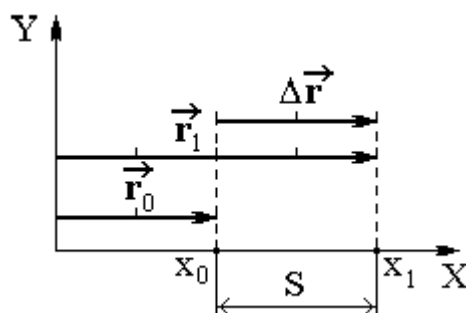


Рис. 14

Определим, что такое скорость и ускорение.

Скорость \vec{v} – это физическая величина, которая показывает, какое перемещение совершило тело за единицу времени

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}.$$

Скорость – это вектор. Направление вектора совпадает с направлением вектора перемещения. Модуль скорости для прямолинейного движения:

$$v = |\vec{v}| = \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \quad \text{или} \quad v = \frac{S}{t} \quad (\text{если } t=0).$$

Единицей измерения (размерностью) скорости в СИ является [м/с].

Скорость может быть мгновенной и средней.

Мгновенная скорость $\vec{v}_{\text{мгн}}$ – это скорость в данный момент времени, в данной точке траектории. Мгновенная скорость равна пределу отношения $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$, когда Δt стремится к нулю ($\Delta t \rightarrow 0$). Мгновенная скорость при неравномерном движении имеет неодинаковое значение в разные моменты времени.

Средняя скорость $v_{\text{ср}}$ или $\langle v \rangle$ характеризует неравномерное движение на участке пути. Средняя скорость на данном участке пути ΔS численно равна отношению пути этого участка ко времени движения Δt на этом участке

$$\langle v \rangle = v_{\text{ср}} = \frac{\Delta S}{\Delta t}.$$

Ускорение \vec{a} – это физическая величина, которая показывает, как изменяется скорость в единицу времени

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_0}{t_1 - t_0} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}.$$

Ускорение – это вектор. Направление ускорения совпадает с направлением изменения скорости. Единицей измерения ускорения в СИ является [м/с²].

Словарь к теме 7

Русский	Английский	Французский	Арабский
параметр	parameter	paramètre	حد ثابت, وحدة قياس رياضية
пройденный	pass	passer	مجاز, مرور, طريق
совершить	do, make	accomplir	يتم, ينجز
мгновенный	momentary, instantaneous	instantané	لحظي, وجيز جدا
средний	average, mean	moyen	معدل, متوسط
стремиться	aspire	aspirer	يبتغي, يحاول, يرتفع
в течение	during	durant	خلال

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое скорость? Мгновенная скорость? Средняя скорость?
2. В каких единицах измеряется скорость в СИ?
3. Какое направление имеет вектор скорости?
4. Что такое ускорение? В каких единицах измеряется ускорение в СИ?
5. Какое направление имеет вектор ускорения?

Физический диктант «Вводный курс по физике»

1. Что такое физика?
2. Что такое физическое тело?
3. Какие физические явления вы знаете?
4. Что изучает физика?
5. Что такое физическое тело отсчета?
6. Что такое механическое движение?
7. Механическое движение и покой относительны?
8. Что такое система отсчета?
9. Что такое материальная точка?
10. Что такое траектория?
11. Какое движение прямолинейное?
12. Какое движение криволинейное?
13. Что такое перемещение?
14. Что такое путь?
15. Что такое физическая величина? Приведите примеры.
16. На сколько групп делятся физические величины? На какие?
17. Что такое векторная величина? Приведите примеры.
18. Что такое скалярная величина?
19. Что такое модуль?
20. На какие группы делятся единицы измерения в СИ?
21. Напишите семь основных единиц измерения в СИ.
22. Назовите характеристики движения.
23. Что такое скорость и её единица измерения?
24. Что такое средняя скорость?
25. Что такое ускорение и его единица измерения?

МЕХАНИКА

Раздел физики – механика – рассматривает взаимодействие физических тел, изменение их положения относительно друг друга в пространстве и во времени. Она состоит из трех частей: кинематики, динамики, статики.

Кинематика – это раздел механики, в котором изучают виды движения. Кинематика отвечает на вопрос: «Как движется тело?».

Динамика – раздел механики, в котором изучают движение тел под действием приложенных к ним сил. Динамика рассматривает причины движения и отвечает на вопрос: «Почему движется тело?».

Статика изучает условия равновесия тел.

1. КИНЕМАТИКА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кинематические законы движения – это выражение зависимости координаты движущейся точки от времени. Координата движущейся точки есть функция времени $x = f(t)$.

Параметры движения – это такие физические величины: путь S , перемещение $\Delta \vec{r}$, время t , скорость \vec{v} , ускорение \vec{a} .

Движение может быть прямолинейным и криволинейным, равномерным и неравномерным.

Равномерное движение – это движение, при котором скорость тела не изменяется (скорость остается постоянной $v = \text{const}$), т.е. за любые промежутки времени тело проходит равные отрезки пути. Равномерное движение может быть прямолинейным (если тело движется по прямой линии равномерно) и криволинейным (если тело равномерно движется по кривой линии).

Неравномерное движение – это движение, при котором скорость тела изменяется $v \neq \text{const}$. Неравномерное движение может быть прямолинейным и криволинейным. Таким образом, имеется четыре вида движения:

- 1) прямолинейное равномерное;
- 2) прямолинейное неравномерное;
- 3) криволинейное равномерное;
- 4) криволинейное неравномерное.

Добавим, что каждый вид движения может быть сложным. Сложное движение – это движение, при котором тело перемещается в двух и более направлениях (рис. 1.1a). Результирующая скорость сложного движения равна сумме векторов скоростей отдельных (составляющих) движений

$$\vec{v}_{\text{рез}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2.$$

Величина (модуль) результирующей скорости равна

$$v_{\text{рез}} = |\vec{v}_{\text{рез}}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha}.$$

Если угол между векторами скоростей $\alpha = 90^\circ$ (рис. 1.1б), то формула для результирующей скорости будет

$$v_{\text{рез}} = |\vec{v}_{\text{рез}}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}.$$

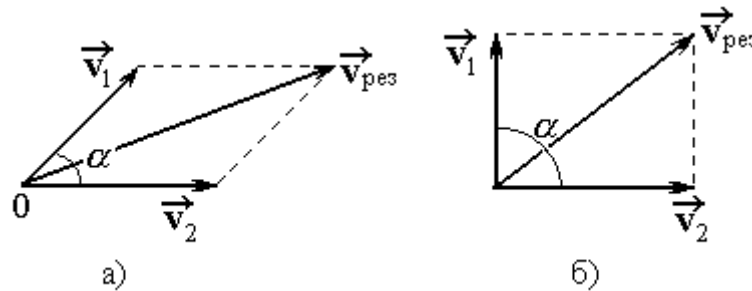


Рис. 1.1

Ниже представлены определения, уравнения (формулы) и графики, которые характеризуют каждый вид движения.

1.1. Прямолинейное равномерное - это движение по прямой линии с постоянной скоростью. Параметры этого движения:

скорость	$\vec{v} = const$;
ускорение	$\vec{a} = 0$;
перемещение	$\Delta \vec{r} = \vec{v} \cdot t$;
путь	$S = v \cdot t$;
координата	$x = x_0 + v \cdot t$.

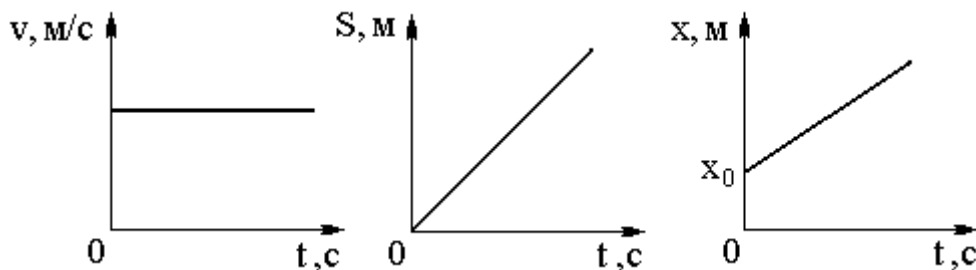


Рис. 1.2

Для прямолинейного равномерного движения график зависимости скорости от времени $v(t)$ - это прямая линия, параллельная оси времени t ;

График зависимости пути от времени $S(t)$ и координаты от времени $x(t)$ - это прямая линия, наклонная к оси времени t .

При построении графика надо помнить, что

1) при заданном движении путь не может иметь начальной величины (если $t = 0$, то $S = 0$);

2) путь не может уменьшаться (угол наклона прямой $S(t)$ зависит от величины скорости v).

1.2. Прямолинейное неравномерное – это движение по прямой линии с изменяющейся скоростью ($\vec{v} \neq 0$).

Если ускорение – величина постоянная, то такое движение называется **равнопеременным** ($\vec{a} = const$, т.е. за любые равные промежутки времени скорость изменяется на одинаковую величину $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = const$).

Равнопеременное движение, при котором скорость тела увеличивается, называется **равноускоренным**. Параметры этого движения:

ускорение	$\vec{a} = const > 0$;
изменение скорости	$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 > 0$;
скорость	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$;
путь	$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$;
перемещение	$\Delta \vec{r} = \vec{v} \cdot t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$;
координата	$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$.

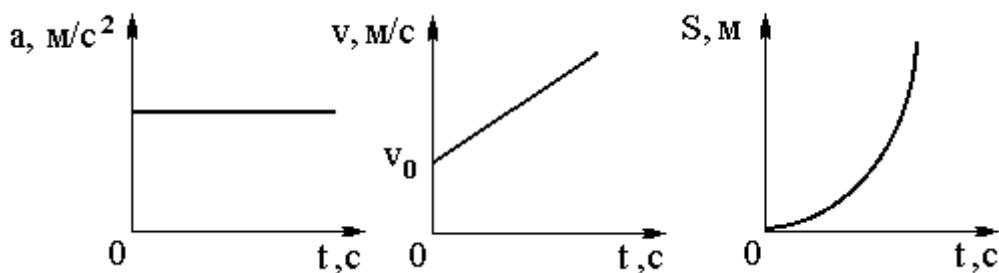


Рис. 1.3

Для прямолинейного равнопеременного движения график зависимости пути от времени – это квадратичная парабола.

По графику скорости можно определить путь – он численно равен площади трапеции $0abc$

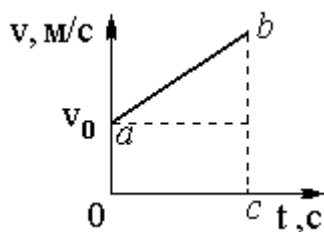


Рис. 1.4

$$S = \frac{0a + bc}{2} \cdot 0c = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t = \frac{v_0 + v_0 + a \cdot t}{2} \cdot t,$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Свободное падение – это движение тела под действием только силы тяжести в вакууме; это прямолинейное равноускоренное движение без начальной скорости ($\vec{v}_0 = 0$) с ускорением свободного падения ($\vec{a} = \vec{g}$), при котором не учитывается сопротивление воздуха. Параметры движения:

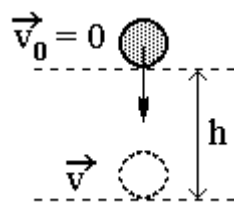


Рис. 1.5

$$\begin{aligned} h &= \frac{gt^2}{2}; & h &= \frac{v^2}{2g}; \\ v &= gt; & v &= \sqrt{2gh}; \\ t &= v/g; & t &= \sqrt{2h/g}. \end{aligned}$$

Равнопеременное движение, при котором скорость тела уменьшается, называется **равнозамедленным**

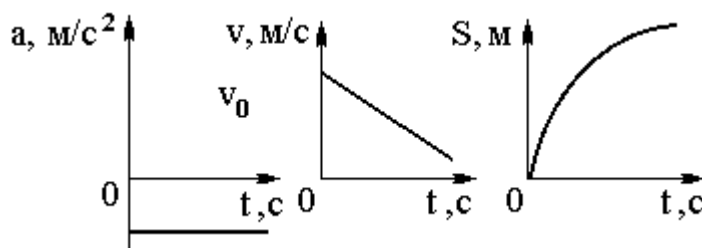


Рис. 1.6

$$\begin{aligned} a &= const < 0, \quad \Delta v < 0; \\ v &= v_0 - at; \\ S &= v_0 t - \frac{at^2}{2}; & S &= \frac{v_0^2 - v^2}{2a}. \end{aligned}$$

Движение тела, брошенного **вертикально вверх**, – это прямолинейное равнозамедленное движение с ускорением, равным $-\vec{g}$ (сопротивление воздуха при этом не учитывается). Время падения t_2 равно времени подъема t_1

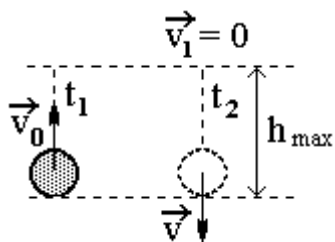


Рис. 1.7

$$t_1 = t_2 = t = \sqrt{2h/g}.$$

Скорость падения тела в последний момент времени равна начальной скорости подъема

$$v = v_0 = \sqrt{2gh}.$$

1.3. Криволинейное равномерное – это движение по кривой линии с постоянной величиной (модулем) скорости.

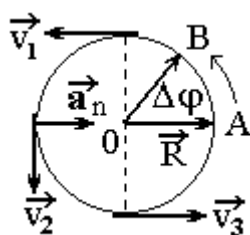


Рис. 1.8

Пример криволинейного равномерного движения: **равномерное движение тела по окружности** (например, движение стрелок часов). Окружность – это траектория движения. Вектор скорости движения тела в любой криволинейной траектории всегда направлен по касательной к траектории в данной точке (рис. 1.8).

При равномерном движении тела по окружности направление вектора скорости изменяется ($\vec{v}_1 \neq \vec{v}_2 \neq \vec{v}_3 \neq \dots$), а модуль вектора скорости – величина постоянная ($v_1 = v_2 = \dots = \text{const}$). Это значит, что касательное ускорение точки равно нулю, а полное ускорение является центростремительным, или нормальным $a_n = a_{\text{ц}}$.

Физические величины, которые характеризуют равномерное криволинейное движение тела – движение тела по окружности:

- \vec{R} – радиус-вектор точки;
- φ – угол поворота;
- T – период – это время, за которое тело совершает один полный оборот;
- n или ν – частота вращения – это число оборотов тела за единицу времени;
- v – линейная скорость, величина которой равна отношению пути (длина дуги) ко времени;
- ω – угловая скорость, равная отношению угла поворота (измеренного в радианах) радиус-вектора ко времени, за которое этот поворот произошел;
- \vec{a}_n – центростремительное, или нормальное, ускорение; оно направлено по радиусу к центру окружности.

Если тело совершает полный оборот, то

$$\Delta t = T; \quad \Delta \varphi = 2\pi; \quad \Delta S = 2\pi R \quad (\text{длина окружности});$$

$$v = \Delta S / \Delta t = 2\pi R / T = \omega R = 2\pi n R;$$

$$\omega = \Delta \varphi / \Delta t = 2\pi / T = 2\pi n = v / R;$$

$$\vec{a} = \Delta \vec{v} / \Delta t \neq 0; \quad a_n = v^2 / R = \omega^2 R = v \cdot \omega.$$

Единицы измерения этих величин в СИ:

$$[R] - \text{м}; \quad [\Delta \varphi] - \text{рад}; \quad [v] - \text{м/с}; \quad [\omega] - \text{рад/с}; \quad [T] - \text{с}; \quad [n] - 1/\text{с}; \quad [a_n] - \text{м/с}^2.$$

1.4. Криволинейное неравномерное – это движение по кривой линии с изменяющейся скоростью.

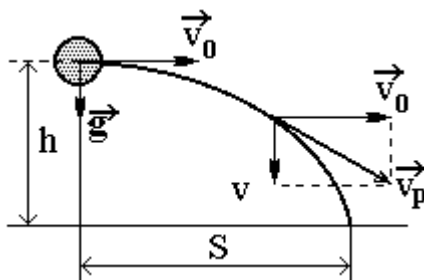


Рис. 1.9

Пример криволинейного неравномерного движения: движение тела, брошенного **горизонтально с высоты** h . Это сложное движение, которое состоит из двух движений: горизонтального равномерного со скоростью v_0 и вертикального (свободного падения) со скоростью $v = gt$. Параметры этого движения приведены ниже.

$$S = v_0 t = v_0 \sqrt{2h/g}; \quad |\vec{v}_p| = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2};$$

$$h = gt^2 / 2; \quad |\vec{v}_p|_{\max} = \sqrt{v_0^2 + 2gh};$$

$$t = \sqrt{2h/g}; \quad t - \text{ время полета}; \quad |\vec{v}_p| - \text{ модуль результирующей скорости.}$$

Новые слова к теме «Кинематика»

взаимодействовать	график	падать
взаимодействие	равнопеременный	подъём
причина	равноускоренный	сопротивление воздуха
зависимость	равнозамедленный	окружность
функция	свободное падение	дуга
равномерный	сила тяжести	угол поворота
неравномерный	вакуум	касательная
сложное движение	бросать	центростремительное

Контрольные вопросы к теме «Кинематика»

1. Что такое скорость? Назовите единицы измерения скорости.
2. Что такое ускорение? Назовите единицы измерения ускорения.
3. Сколько видов движения вы знаете? Назовите их.
4. Какое движение называется равномерным прямолинейным? Приведите его формулы и графики.
5. Какое движение называется сложным? Чему равна результирующая скорость сложного движения?
6. Что такое прямолинейное неравномерное равнопеременное движение?
7. Что такое прямолинейное неравномерное равноускоренное движение? Приведите его уравнения и графики.
8. Что такое свободное падение? Как направлено ускорение свободного падения? Напишите уравнения этого движения.
9. Что такое прямолинейное неравномерное равнозамедленное движение? Приведите его уравнения и графики.
10. К какому виду движения относится движение тела, брошенного вертикально вверх? Приведите уравнения этого движения.
11. Какое движение называется криволинейным? Какими величинами характеризуется равномерное движение тела по окружности?
12. Что такое линейная и угловая скорости? Назовите их единицы измерения. Чему равно и как направлено центростремительное ускорение?
13. Что называется периодом? частотой? угловой скоростью? Назовите их единицы измерения.
14. Приведите пример криволинейного неравномерного движения.

Задачи к разделу «Кинематика»

1. Два тела движутся равномерно и прямолинейно. Скорость одного тела в три раза больше скорости другого тела. Построить графики скорости и пути для этих тел.
2. Человек идет прямолинейно, равномерно. Длина его шага 70 см. За минуту человек делает 100 шагов. Определить скорость движения человека в м/с и в км/ч.
3. Тело движется равномерно и прямолинейно со скоростью 10 см/с. В начальный момент времени ($t_0 = 0$) тело находилось на расстоянии $x_0 = 70$ см от начала отсчета. Где будет находиться тело через 15 с? Какой путь пройдет тело за время движения? Построить графики пути и координаты этого движения.
4. Из деревни вышел турист со скоростью 5 км/ч. Через 30 мин в том же направлении из этой же деревни выехал велосипедист со скоростью 15 км/ч. Построить графики зависимости пути и скорости от времени для туриста и велосипедиста. По графику пути определить время, когда велосипедист догонит туриста.
5. Из города А в город В в 10 ч утра выехал автобус со скоростью 20 м/с. На каком расстоянии от города В автобус будет в 2 ч дня, если расстояние между городами 400 км?
6. Три часа автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч, а следующие два часа – со скоростью 40 км/ч. Определить среднюю скорость автомобиля за всё время движения и построить графики пути и скорости от времени движения.
7. Студент идёт из общежития в институт со скоростью 6 км/ч. Из института в общежитие по тому же пути он идёт со скоростью 3 км/ч. Определить среднюю скорость студента.
8. Скорость лодки относительно воды направлена перпендикулярно берегам реки и равна 9 км/ч. Скорость течения реки 0,70 м/с. Ширина реки АВ=300м. Определить расстояние ВС (смотреть рисунок) и результирующую скорость движения лодки V .
9. Тело в течение 10 с проходит путь 25 м. Найти ускорение тела, если его начальная скорость равна нулю.
10. Автобус движется с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. За какое время его скорость увеличится от 9 до 72 км/ч?
11. Автобус движется со скоростью 72 км/ч. После выключения двигателя он движется с ускорением 1 м/с^2 и останавливается. Через какое время после выключения двигателя остановится автобус?
12. На рисунке дан график зависимости скорости тела от времени. Прочитать этот график и построить графики зависимости пути и ускорения от времени для этого движения.
13. За 20 с равнопеременного движения тело прошло путь 60 м. С каким ускорением движется тело? За какое время оно пройдет половину пути? Построить график пути за первые 10 с движения.

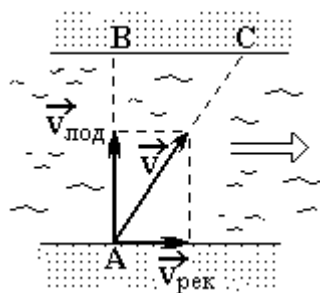


Рис. к задаче 8

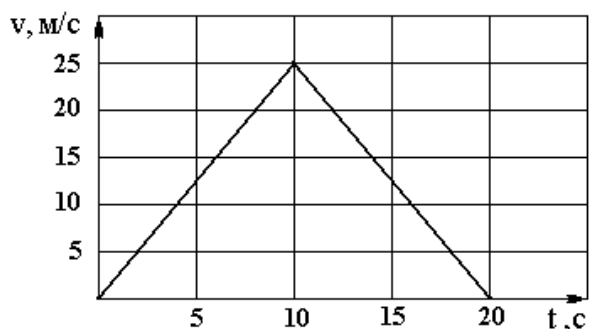


Рис. к задаче 12

14. С каким ускорением движется тело, если за шестую секунду движения оно прошло путь, равный 11 м? Начальная скорость тела равна нулю.
15. Тело начало падать с высоты 50 м. Одновременно с поверхности Земли бросили вверх другое тело со скоростью 20 м/с. На какой высоте тела встретятся?
16. Тело бросили вертикально вверх с высоты 30 м с начальной скоростью 20 м/с. Через какое время оно упадет на землю?
17. Длина часовой стрелки 10 мм, а минутной стрелки – 12 мм. Определить:
а) угловые скорости стрелок; б) линейные скорости концов стрелок;
в) центростремительное ускорение концов стрелок.
18. Период равномерного движения точки по окружности радиусом 1 м составляет 2 с. Определить линейную и угловую скорости, частоту вращения и центростремительное ускорение точки.

Ответы к задачам по разделу «Кинематика»

- | | | |
|-----------------------|---------------------------------|---|
| 2. 1,16 м/с; 4,2 км/ч | 9. 0,5 м/с ² | |
| 3. 220 см; 150 см | 10. 35 с | 17. 1,45 · 10 ⁻⁴ с ⁻¹ ; 8,73 · 10 ⁻⁴ с ⁻¹ ; |
| 4. 15 мин | 11. 20 с | 1,45 · 10 ⁻⁶ м/с; 1,05 · 10 ⁻⁵ м/с; |
| 5. 112 км | 13. 0,3 м/с ² ; 14 с | 2,11 · 10 ⁻¹⁰ м/с ² ; 9,15 · 10 ⁻⁹ м/с ² . |
| 6. 52 км/ч | 14. 2 м/с ² | 18. 3,14 м/с; 3,14 рад/с; 0,5 с ⁻¹ ; |
| 7. 4 км/ч | 15. 18,75 м | 9,86 м/с ² . |
| 8. 84 м; 2,6 м/с | 16. 5,16 с | |

Новые слова к задачам по разделу «Кинематика»

шаг	турист	лодка	двигатель	поверхность Земли
пункт	велосипедист	берег реки	скользить	стрелка часов
деревня	место встречи	течение реки	наклонная	груз

2. ДИНАМИКА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЗАКОНЫ

Динамика изучает взаимодействие тел и отвечает на вопрос, почему движется тело.

2.1. Сила. Инерция. Первый закон Ньютона

Основными характеристиками взаимодействия являются сила и масса. **Сила** \vec{F} – это физическая величина, которая является мерой взаимодействия тел. Сила характеризуется величиной, направлением и точкой приложения. Сила является причиной изменения скорости, направления движения или деформации тела. Единица измерения силы в СИ – ньютон (Н). Размерность силы в основных единицах измерения: $[N] = \text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$. Силу можно измерить с помощью прибора, который называется динамометр.

Деформация – это изменение формы или размеров тела под действием силы.

Инерция – это свойство тел сохранять состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, если на них не действуют другие тела или действие других тел компенсируется.

Классическая механика изучает движение и взаимодействие тел, скорость которых во много раз меньше скорости света ($v_{\text{тел}} \ll v_{\text{света}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$). Законы классической механики, или законы Ньютона, получены экспериментально, т. е. следуют из опыта.

Первый закон Ньютона (закон инерции) формулируется так: *существуют системы отсчета, в которых тела сохраняют состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на них не действуют другие тела или действие других тел компенсируется.*

Система отсчета, в которой выполняется закон инерции, называется **инерциальной системой отсчета**.

2.2. Масса. Импульс. Второй и третий законы Ньютона

Инертность – это свойство тел по разному изменять свою скорость при взаимодействии.

Масса m – это скалярная физическая величина, которая характеризует инертность тела. Единица измерения массы в СИ – килограмм (кг).

Второй закон Ньютона показывает взаимосвязь между ускорением, массой тела и силой, которая действует на тело.

Ускорение тела прямо пропорционально силе \vec{F} , которая действует на тело, и обратно пропорционально массе тела m :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}; \quad \vec{F} = m\vec{a}.$$

Если на тело действует несколько сил одновременно, то их действие эквивалентно действию одной силы, которая равна векторной сумме этих сил:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = m\vec{a},$$

где \vec{F} – результирующая сила. Это уравнение называется **основным уравнением движения тела**.

Формулу второго закона Ньютона можно записать в таком виде:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t};$$

$$\vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{v} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1,$$

где $m\vec{v}$ называется импульсом.

Импульс тела \vec{p} – это векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Второй закон Ньютона в импульсной форме имеет вид:

$$\vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{v} = \Delta \vec{p}$$

и формулируется так: изменение импульса системы ($\Delta \vec{p}$) равно импульсу силы ($\vec{F}\Delta t$), которая действует на систему.

Если два тела действуют друг на друга с силами \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , то их ускорения будут противоположно направлены и согласно второму закону Ньютона можно записать

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Это выражение называют **третьим законом Ньютона**, который формулируется так: *силы взаимодействия двух тел равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны*.

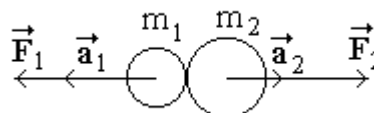


Рис. 2.1

2.3. Закон сохранения импульса замкнутой системы

Система (или **механическая система**) взаимодействующих тел называется **изолированной** (замкнутой), если она не взаимодействует с внешними телами.

Экспериментально показано, что при взаимодействии тел в замкнутой системе векторная сумма импульсов тел остается постоянной до и после взаимодействия тел:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2,$$

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{const.}$$

Это выражение называют **законом сохранения импульса замкнутой системы**: векторная сумма импульсов тел не изменяется при их взаимодействии

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{const.}$$

Закон сохранения импульса лежит в основе реактивного движения. **Реактивным** называется движение тела вследствие вытекания из него жидкости или газа, например, движение ракеты (рис. 2.2).

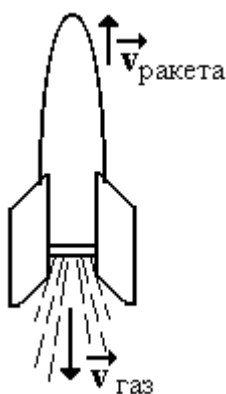


Рис. 2.2

Начальная скорость ракеты и газа равна нулю. Когда в ракете сгорает топливо, выделяется газ, который выходит из ракеты с большой скоростью $\vec{v}_{\text{газ}}$, и по закону сохранения импульса ракета движется в противоположную сторону со скоростью $\vec{v}_{\text{ракета}}$:

$$0 = \vec{p}_{\text{газ}} + \vec{p}_{\text{ракета}} = m_{\text{газ}} \vec{v}_{\text{газ}} + m_{\text{ракета}} \vec{v}_{\text{ракета}},$$

$$\vec{v}_{\text{ракета}} = -\frac{m_{\text{газ}}}{m_{\text{ракета}}} \vec{v}_{\text{газ}}.$$

2.4. Силы в механике. Закон всемирного тяготения

Взаимодействия тел, в результате которых возникают ускорения тел или их деформация, имеют разную природу. Все силы взаимодействия можно разделить на несколько групп:

- силы притяжения, или силы гравитации, которые характеризуют взаимодействие тел на расстоянии; они имеют гравитационную природу;
- силы упругости, которые действуют при контакте тел и объясняют изменение формы или размеров тел; они имеют электромагнитную природу;
- силы трения, которые возникают при относительном движении одного тела по поверхности другого; они также имеют электромагнитную природу.

Рассмотрим действие некоторых сил.

Любое тело притягивается к Земле. Притяжение к Земле является причиной свободного падения тел, а ускорение свободного падения обозначают символом \vec{g} . Ускорение свободного падения направлено к центру Земли. Сила, с которой тело притягивается к Земле, называется силой тяжести – \vec{F}_g . По второму закону Ньютона сила тяжести равна

$$\vec{F}_g = m\vec{g}.$$

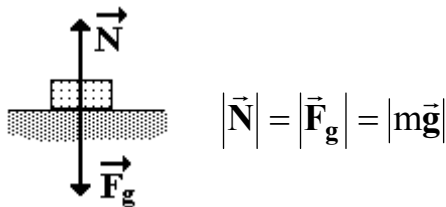


Рис. 2.3

Сила тяжести приложена к телу и всегда направлена к центру Земли. Если тело покоится на опоре, то согласно третьему закону Ньютона на тело действует опора силой \vec{N} , которая называется силой нормальной реакции опоры (рис. 2.3).

И. Ньютон доказал, что все тела имеют свойство притягиваться друг к другу, а силы взаимного притяжения тел зависят от их масс и от расстояния между ними.

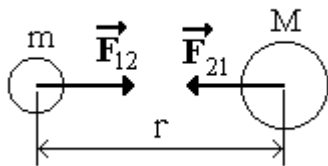


Рис. 2.4

Если m и M – массы двух тел, r – расстояние между ними, то силы притяжения (силы тяготения) равны

$$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = F = G \frac{mM}{r^2},$$

где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ – гравитационная постоянная.

Закон всемирного тяготения, открытый Ньютоном, формулируется так: *два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.*

Силу тяжести тела, которое находится на поверхности Земли, можно выразить на основании второго закона Ньютона следующим образом

$$mg = G \frac{mM}{R^2},$$

где R и M – радиус и масса Земли соответственно. Отсюда ускорение свободного падения

$$g = G \frac{M}{R^2}.$$

Ускорение свободного падения в разных точках Земли различно: на полюсе – $g_{\text{п}} = 9,83 \text{ м/с}^2$, на экваторе – $g_{\text{э}} = 9,78 \text{ м/с}^2$, потому что радиус Земли на полюсе меньше, чем на экваторе.

Если тело находится на высоте H над Землёй, то ускорение свободного падения составляет

$$g_H = G \frac{M}{(R + H)^2}.$$

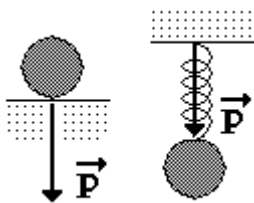


Рис. 2.5

Рассмотрим что такое вес тела. *Вес тела \vec{P} – это сила, с которой тело действует на опору или подвес.* Он всегда направлен к центру Земли и приложен к опоре или подвесу. Если тело не движется (находится в покое) или движется прямолинейно равномерно, то вес тела равен силе тяжести

$$|\vec{P}| = |\vec{F}_g| = mg.$$

Если тело движется с ускорением, например, в лифте (вверх, вниз или свободно падает), то вес тела равен

$$P = N = m(g \pm a).$$

При движении тела с ускорением a , направленным вверх, вес тела больше, чем сила тяжести,

$$P = m(g + a).$$

При движении с ускорением a , направленным вертикально вниз, вес тела меньше, чем сила тяжести,

$$P = m(g - a).$$

При свободном падении вес тела равен нулю, так как $g = a$,

$$P = 0.$$

Состояние тела, при котором его вес равен нулю, называется **невесомостью** (на тело действует только сила тяжести).

2.5. Трение. Движение тела по горизонтальной и наклонной поверхности

Трением называется взаимодействие между соприкасающимися телами, препятствующее их перемещению. Различают три вида трения: **трение покоя**, **трение скольжения** и **трение качения**. Для твердых тел сила трения покоя

всегда больше силы трения скольжения, а сила трения качения меньше силы трения скольжения:

$$F_{\text{тр.покоя}} > F_{\text{тр.скольжения}} > F_{\text{тр.качения}}.$$

Причиной трения является взаимодействие неровностей поверхностей тел. Опыты показывают, что сила трения скольжения зависит от силы \vec{N} реакции поверхности. Сила трения имеет электромагнитную природу, возникает при перемещении одного тела по поверхности другого и направлена в сторону, противоположную движению

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \cdot \vec{N},$$

где μ – это коэффициент трения, \vec{N} – сила реакции опоры, или сила нормального давления.

Коэффициент трения μ не имеет единицы измерения, то есть это безразмерная величина, так как $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$; $\mu < 1$.

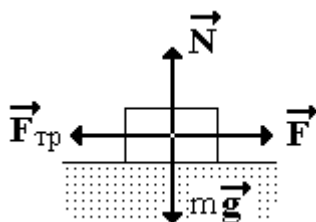


Рис. 2.6

Если тело тянуть по горизонтальной поверхности с силой \vec{F} (рис. 2.6), то в тот момент, когда тело начинает скользить, сила трения будет максимальной и не увеличивается при увеличении силы \vec{F} . Сила трения равна

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \cdot m\vec{g}.$$

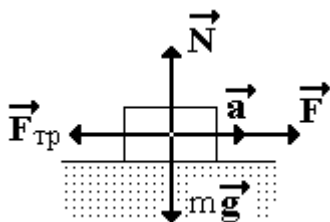


Рис. 2.7

По второму закону Ньютона уравнение движения тела по горизонтальной поверхности с учетом силы трения (рис. 2.7) в векторном виде:

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}},$$

а в проекции на ось x :

$$ma = F - F_{\text{тр}} \quad \text{или} \quad ma = F - \mu mg.$$

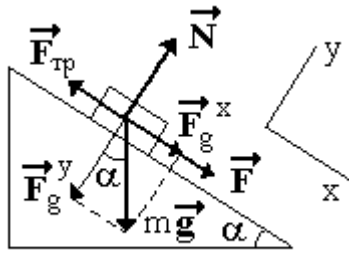


Рис. 2.8

Уравнение движения тела по наклонной плоскости с учетом силы трения в векторном виде записывается также, как и для горизонтальной плоскости

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}},$$

а в проекциях на оси x и y :

$$ma = F - F_{\text{тр}} + F_g^x,$$

$$0 = -F_g^y + N.$$

Так как $F_g^x = mg \sin \alpha$, $F_g^y = mg \cos \alpha$, то уравнение движения тела по наклонной плоскости принимает вид:

$$ma = F - \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha, \quad \text{или} \quad ma = F - mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha).$$

2.6. Упругая деформация. Закон Гука

Деформация – это изменение формы или объема тела под действием внешней силы. Деформация, которая исчезает после прекращения действия на тело внешней силы, называется **упругой деформацией** (растяжение, сжатие, кручение). Силы упругости – это вес тела, сила натяжения нити (подвеса), сила реакции опоры. Сила упругости имеет электромагнитную природу, зависит от деформации и всегда направлена в сторону, противоположную деформации.

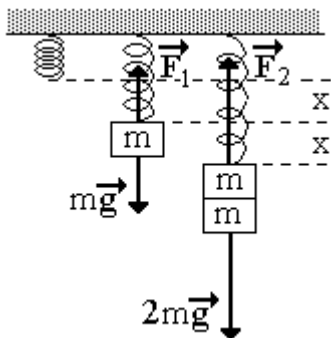


Рис. 2.9

Опыты показывают, что сила упругости $F_{\text{упр}}$ прямо пропорциональна упругой деформации тела. Если к пружине подвесить тело массой m , то на тело действует сила $|\vec{F}_1| = |m\vec{g}|$, а деформация пружины будет равна x . Если подвесить тело массой $2m$, то сила упругости данной пружины увеличится в два раза, деформация увеличится также в два раза и будет равна $2x$ (рис. 2.9). Это значит, что для данной пружины

$$\frac{|\vec{F}_1|}{x_1} = \frac{|\vec{F}_2|}{x_2} = \text{const} = k \quad \text{или} \quad |\vec{F}| = kx.$$

Коэффициент k характеризует упругие свойства данной пружины и его называют **коэффициентом упругости** (жёсткости). Единица измерения k в СИ $[k] = \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Его значение постоянно для данного вещества и приводится в справочниках.

Выражение $F_{\text{упр}} = -kx$ называется **законом Гука** и формулируется так: *сила упругости прямо пропорциональна деформации тела.*

Знак «минус» показывает, что вектор силы упругости направлен противоположно деформации (смещению) x . Закон Гука лежит в основе действия прибора для измерения силы – динамометра. Закон Гука справедлив при небольших деформациях.

2.7. Механическая энергия и работа. Мощность. Коэффициент полезного действия

Материя всегда движется. Каждой форме движения материи соответствует определенный вид энергии. Механическое состояние тела, которое определяется его скоростью и координатами в данной системе отсчета, характеризуется механической энергией и может изменяться только под действием внешних сил.

Механическая энергия E – это количественная характеристика механического состояния тела. Её изменение ΔE зависит от приложенной к телу силы \vec{F} и от перемещения тела в пространстве $\Delta \vec{r}$. Изменение механической энергии равно работе силы или механической работе: $\Delta E = A$.

Механическая работа A – это физическая скалярная величина, которая равна скалярному произведению силы на перемещение её точки приложения:

$$A = (\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}) = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos \alpha,$$

где α – угол между векторами силы и перемещения.

Единицей измерения работы и энергии в СИ является джоуль (Дж):
 $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2$.

Работа силы может быть положительной, отрицательной или равной нулю. Рассмотрим примеры.

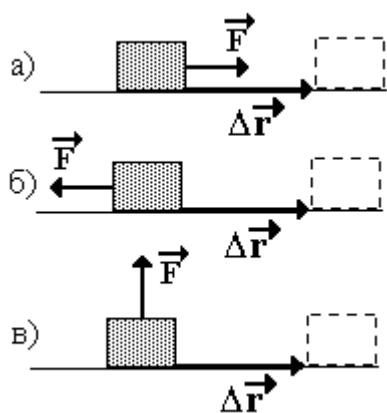


Рис. 2.10

1. Направление силы совпадает с направлением перемещения (рис. 2.10а). Силы, направление которых совпадает с направлением перемещения, называют движущими силами или силами тяги

$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos 0^\circ = F \cdot S.$$

Работа движущих сил положительна.

2. На тело действует сила сопротивления (рис.2.10б):

$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos 180^\circ = -F \cdot S$$

Работа сил сопротивления отрицательна. Сила сопротивления, например сила трения, препятствует движению.

3. На тело действует сила, перпендикулярная направлению перемещения – нормальная сила (рис. 2.10в):

$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos 90^\circ = 0.$$

Нормальные силы работы не совершают.

При движении тела под действием силы тяжести Земли (вблизи поверхности Земли), например, когда тело падает с высоты h , направление силы тяжести совпадает с направлением движения, поэтому сила тяжести совершает работу

$$A = mgh.$$

Если тело брошено вертикально вверх, то сила тяжести совершает отрицательную работу

$$A = -mgh.$$

Работа силы тяжести будет равна нулю, если тело, брошенное вертикально вверх, возвратится на Землю. Работа силы тяжести по замкнутой траектории равна нулю.

Сила, работа которой не зависит от формы пути, а зависит только от начальной и конечной точек, называется **консервативной** силой. Сила тяжести и сила упругости – это консервативные силы.

Мощность N – это физическая скалярная величина, равная отношению работы к времени, в течение которого она совершена

$$N = \frac{A}{t}.$$

Единицей измерения мощности в СИ является ватт (Вт): $\text{Вт} = \text{Дж/с} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^3$. В технике используют и другие единицы мощности, например, киловатт (кВт): $1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}$; мегаватт (МВт): $1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$.

При любом движении сила совершает «полную работу», которая состоит из «работы полезной» (если не учитывать силы сопротивления) и «работы потерь» (работа против сил сопротивления)

$$A_{\text{полная}} = A_{\text{полезная}} + A_{\text{потерь}}.$$

Отношение полезной работы (мощности) к полной работе (мощности) называется коэффициентом полезного действия и обозначается сокращено КПД или греческой буквой η (эта)

$$\text{КПД} = \eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} = \frac{N_{\text{полезная}}}{N_{\text{полная}}}.$$

КПД является безразмерной величиной, иногда его выражают в процентах. КПД всегда меньше единицы или меньше 100%, так как полезная работа всегда меньше полной работы.

2.8. Два вида механической энергии. Закон сохранения энергии

Механическая энергия – это способность тела совершать работу. Работа является мерой изменения энергии тела. Существует два вида механической энергии: кинетическая и потенциальная.

Энергия, которая определяется скоростью тела, называется кинетической E_k . Величина кинетической энергии движущегося тела численно равна

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Кинетическая энергия тела пропорциональна квадрату его скорости.

Энергия, которая определяется взаимодействием тел, называется потенциальной E_{π} . Потенциальная энергия тела, поднятого над Землей на высоту h , равна

$$E_{\pi} = mgh.$$

Потенциальная энергия деформированной пружины равна

$$E_{\pi} = \frac{1}{2}kx^2,$$

где k – коэффициент упругости или жёсткости пружины; x – её деформация.

В замкнутой системе при совершении механической работы может измениться потенциальная или кинетическая энергия тела. Но полная механическая энергия замкнутой системы, которую составляет сумма потенциальной и кинетической энергии, не изменяется и остается постоянной

$$E = E_{\pi} + E_k = \text{const}; \quad \Delta E = 0.$$

Это **закон сохранения механической энергии**, который формулируется так: *полная механическая энергия замкнутой системы есть величина постоянная.*

Общий закон сохранения энергии: *в любых явлениях природы энергия не исчезает и не возникает, а переходит из одного вида в другой в равных количествах.*

Новые слова к теме «Динамика»

эксперимент
опыт
деформация
динамометр

гравитация
притяжение
трение (покоя,
скольжения, качения)

лифт
растяжение
сжатие
смещение

инерция	упругость	замкнутый
инертность	жесткость	консервативный
точка приложения	электромагнитный	коэффициент полез-
изолированный	тяжесть	ного действия (КПД)
внешний	невесомость	мощность
внутренний	неровность	работа потерь,
реактивный	(шероховатость)	полезная, полная
подвес	соприкасаться	препятствовать
всемирный	коэффициент	справочник
тяготение	импульс	кинетическая энергия
экватор	полюс	потенциальная энергия

Контрольные вопросы к теме «Динамика»

1. Что такое сила? Чем характеризуется сила? В каких единицах измеряется сила?
Нарисуйте: две равные силы, равновесные силы, сложение двух сил, разложение силы на составляющие.
2. Сформулируйте первый закон Ньютона. Что такое инерциальная система отсчета? Что такое инерция?
3. Что такое масса? Что такое импульс тела? Как формулируется закон сохранения импульса тел замкнутой системы?
4. Сформулируйте второй закон Ньютона. Запишите основное уравнение движения тел.
5. Сформулируйте третий закон Ньютона.
6. Сформулируйте закон Всемирного тяготения. Чему равна постоянная тяготения (гравитационная постоянная)?
7. Что такое сила тяжести? К чему приложена и как направлена сила тяжести?
8. Напишите формулу ускорения свободного падения. От каких величин зависит ускорение свободного падения? Как изменяется ускорение свободного падения на полюсе и экваторе Земли и при подъеме тела над поверхностью Земли?
9. Что такое вес тела и от чего он зависит? В каких единицах измеряется вес тела? Что такое невесомость?
10. Когда возникает сила трения и как она направлена? Как обозначается коэффициент трения и чему он равен?
11. Что такое деформация тела? Что такое упругая деформация? Сформулируйте и запишите закон Гука. Как обозначается коэффициент упругости (жёсткости)? его единица измерения в СИ?
12. Что такое механическая работа? В каких единицах измеряется работа?
13. Что такое работа потерь, полезная работа и полная работа? Что такое коэффициент полезного действия (КПД)? В каких единицах измеряется КПД?
14. Что такое мощность? В каких единицах измеряется мощность?

15. Что такое энергия и в каких единицах она измеряется? Какие виды энергии вы знаете?
16. Как называется энергия взаимодействия? Энергия движения? Запишите формулы для этих энергий.
17. Чему равна полная механическая энергия? Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии замкнутой системы.
18. Сформулируйте общий закон сохранения энергии.

Задачи к разделу «Динамика»

1. Снаряд массой 100 кг движется со скоростью 500 м/с. Во время движения он разорвался на две части. Одна часть снаряда массой 40 кг стала двигаться со скоростью 600 м/с в том же направлении. Чему равна скорость другой части снаряда?
2. Пуля вылетает из винтовки со скоростью 865 м/с. Определить скорость винтовки при отдаче, если масса винтовки в 470 раз больше массы пули.
3. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с^2 ?
4. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/с^2 . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием той же силы?
5. Два тела равной массы движутся с ускорением $0,08 \text{ м/с}^2$ и $0,64 \text{ м/с}^2$. Равны ли силы, которые действуют на тела? Чему равна сила, которая действует на второе тело, если на первое действует сила 12 Н?
6. Два конькобежца, массы которых 50 и 60 кг, стоят на коньках. Первый отталкивается от второго с силой 150 Н. Чему равны ускорения конькобежцев? Чему равно ускорение первого конькобежца относительно второго?
7. Тело подняли на высоту, равную радиусу Земли. Во сколько раз уменьшилась сила тяжести?
8. Определить ускорение свободного падения на Луне. Масса Луны $7,3 \cdot 10^{22} \text{ кг}$, её радиус $1,7 \cdot 10^3 \text{ км}$.
9. Найти ускорение свободного падения на Марсе. Масса Марса $6 \cdot 10^{23} \text{ кг}$, его радиус $3,3 \cdot 10^3 \text{ км}$.
10. На полу лифта лежит тело массой 100 кг. Определить вес тела в случаях: 1) если лифт движется вниз с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$; 2) если лифт движется вниз равномерно; 3) если лифт движется вниз с ускорением $-0,3 \text{ м/с}^2$; 4) если он свободно падает.
11. Жесткость пружины равна 49 Н/м. Пружина удлинилась на 4 см, когда на неё повесили гирию. Чему равна масса гири?
12. Автомобиль массой 1,5 т движется по горизонтальной дороге со скоростью 20 м/с. После выключения двигателя он проходит до остановки 50 м. Найти силу трения и коэффициент трения.

13. Тело движется равномерно по наклонной плоскости вниз. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Чему равен коэффициент трения μ ? ($\sin 30^\circ = 0,5$; $\cos 30^\circ = 0,866$).
14. Через сколько секунд после начала торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 43,2 км/ч, если коэффициент трения при торможении равен 0,4?
15. Тележка массой 1,5 т равномерно перемещается по горизонтальному пути на расстояние 0,6 км. Какую работу совершает сила, если коэффициент трения 0,008?
16. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 0,03 т на высоту 10 м с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$?
17. Подъёмный кран в течение 8 ч поднимает 3000 т груза на высоту 9 м. Чему равна мощность двигателя крана, если коэффициент полезного действия мотора 60 %?
18. Экскаватор поднимает 180 т земли на высоту 6 м в течение 1 ч. Мощность мотора экскаватора 4 кВт. Определить КПД экскаватора.
19. Одинаковую ли мощность развивает человек, поднимаясь по одной и той же лестнице один раз в течение 30 с, а в другой раз в течение 1 мин? Одинаковую ли работу совершает человек в этих случаях?
20. Электродвигателем за 2 с поднимают груз 5 кг на высоту 60 см. Определить мощность электродвигателя.
21. Определить жесткость пружины, если при её сжатии на 5 см она приобретает энергию $8 \cdot 10^3 \text{ Дж}$.
22. Тело массой 30 кг поднимают с постоянной силой на высоту 10 м в течение 5 с. Начальная скорость тела равна нулю. Определить работу этой силы.
23. Футбольный мяч массой 400 г свободно падает на землю с высоты 6 м и после удара поднимается на высоту 2,4 м. Сколько энергии мяч теряет при ударе о землю?

Ответы к задачам по разделу «Динамика»

- | | | | |
|--|------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1. 433 м/с. | 7. 4 раза. | 12. 6 кН; 0,41. | 18. 0,735. |
| 2. 1,83 м/с. | 8. $1,69 \text{ м/с}^2$. | 13. 0,58. | 19. - |
| 3. 150 Н. | 9. $3,69 \text{ м/с}^2$. | 14. 3,06 с. | 20. 14,7 Вт. |
| 4. $0,8 \text{ м/с}^2$. | 10. 950 Н; 980 Н; 1010 Н; 0. | 15. 70 кДж. | 21. $6,4 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$ |
| 5. 96 Н. | | 16. 3090 Дж. | 22. 3180 Дж. |
| 6. 3 м/с^2 ; $-2,5 \text{ м/с}^2$;
$5,5 \text{ м/с}^2$. | 11. 0,2 кг. | 17. 15,3 кВт. | 23. 14 Дж. |

3. СТАТИКА. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Статика – это раздел механики, в котором изучают условия равновесия материальных тел под действием приложенных сил. Под равновесием понимают состояние покоя или равномерного прямолинейного движения или вращения. Если равновесие нарушено, то статика укажет, в каком направлении возникнет движение. Равновесие тел может быть *устойчивым*, *неустойчивым* и *безразличным*.

Для устойчивого равновесия необходимо, чтобы при малом отклонении тела от положения равновесия возникла сила, которая возвращает тело в положение равновесия (рис. 3.1а).

Для неустойчивого равновесия при малом отклонении от положения равновесия возникает сила, которая удаляет его от положения равновесия (рис. 3.1б).

Для безразличного равновесия при отклонении тела равновесие сохраняется (рис. 3.1в).

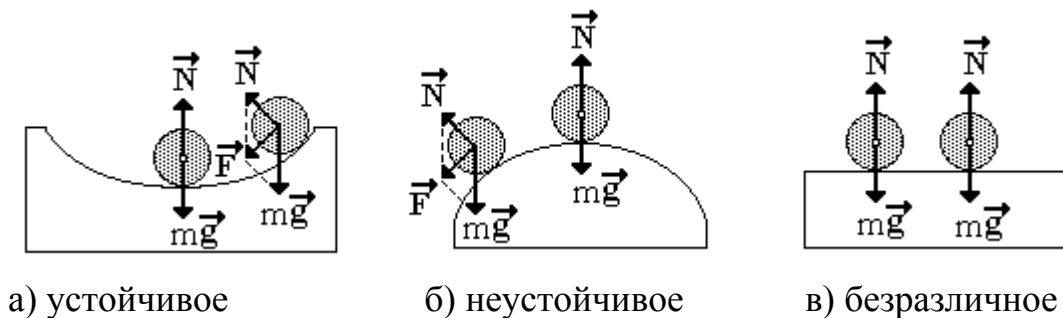


Рис. 3.1

Для равновесия материальной точки (материального тела, которое не имеет оси вращения) необходимо, чтобы векторная сумма всех сил, приложенных к точке, была равна нулю

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0.$$

В проекциях на оси Ox и Oy условие равновесия имеет такой вид:

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0; \quad \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0.$$

Равновесие твердого тела (имеющего ось вращения) зависит не только от величины (модуля) и направления действующих сил, но и от точки приложения сил.

Для характеристики действия силы на тело, имеющее ось вращения, вводят понятие момента силы. **Момент силы** \vec{M} – это физическая векторная вели-

чина, модуль которой равен произведению плеча силы l на величину силы F , которая лежит в плоскости, перпендикулярной к оси вращения (рис. 3.2)

$$|\vec{M}| = M = |\vec{F}| \cdot l.$$

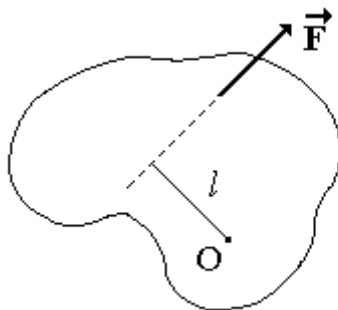


Рис. 3.2

Плечо силы l – это перпендикуляр, проведенный от оси вращения к линии действия силы (или минимальное расстояние от оси вращения до линии действия силы). В СИ за единицу момента силы принимают момент силы в один ньютон, имеющий плечо в один метр

$$[M] = \text{Н} \cdot \text{м}.$$

Чтобы отличить моменты сил, вращающих тело в противоположные стороны, считают момент силы положительным, если сила вращает тело по часовой стрелке, и отрицательным, если сила вращает тело против часовой стрелки.

Момент силы, направленный вдоль прямой, проходящей через ось вращения, равен нулю (так как $l = 0$).

Увеличивая плечо силы, то есть прилагая силу как можно дальше от оси вращения, можно получить нужный момент при наименьшем усилии. Примеры: ручка двери закрепляется на наибольшем расстоянии от оси вращения; длинным ключом легче отвернуть гайку.

При вращательном движении момент силы играет такую же роль, как и сила при поступательном движении.

Условие равновесия тела, имеющего ось вращения, это есть **правило моментов**: при равновесии или равномерном вращении тела, которое имеет неподвижную ось вращения, алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело, равна нулю

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0.$$

Таким образом, для равновесия тела необходимо выполнение двух условий:

1. Векторная сумма всех сил, приложенных к телу, равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0,$$

где n – число сил.

2. Алгебраическая сумма моментов сил относительно любой оси равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0,$$

где n – число моментов.

Общее условие равновесия тела: любое тело будет находиться в равновесии, если векторная сумма сил и алгебраическая сумма моментов сил, действующих на тело, равны нулю.

Способность сохранять равновесие – это есть **устойчивость** тела. Устойчивость зависит от площади опоры и положения центра тяжести (центр тяжести системы совпадает с центром масс). **Центр тяжести тела** – это точка приложения равнодействующей всех сил тяжести, действующих на отдельные части тела. У однородных тел правильной формы центр тяжести совпадает с центром симметрии (рис. 3.3).

Устойчивость тела тем больше, чем больше площадь опоры и чем ниже центр тяжести (центр масс) тела относительно оси вращения. Так, если две одинаковые машины нагрузить одну сеном, а другую кирпичом, массы которых равны ($m_1 = m_2$), то машина, гружённая сеном, будет иметь более высокое положение центра тяжести ($h_1 > h_2$) и, следовательно, большую вероятность опрокинуться (рис. 3.4).

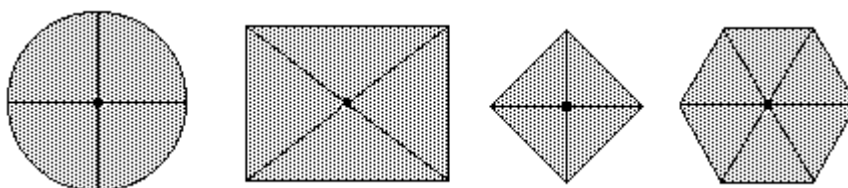


Рис. 3.3

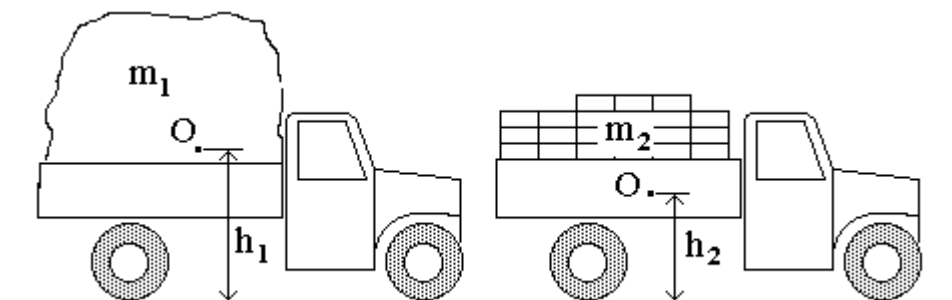


Рис. 3.4

Новые слова к теме «Статика»

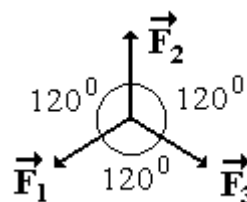
устойчивый	отклонение	вращательное движение	центр тяжести
устойчивость	ось вращения	поступательное движение	центр масс
неустойчивый	момент силы	правило моментов	
безразличный	плечо силы	центр симметрии	

Контрольные вопросы к теме «Статика»

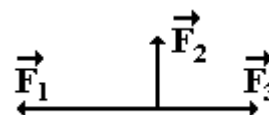
1. Что изучает статика?
2. Какие виды равновесия тел вы знаете?
3. Что такое момент силы? Его единицы измерения в СИ?
4. Что такое плечо силы?
5. Сформулируйте правило моментов.
6. Сформулируйте общее условие равновесия тела.
7. Что такое устойчивость тела?
8. Что называется центром тяжести тела?

Задачи к разделу «Статика»

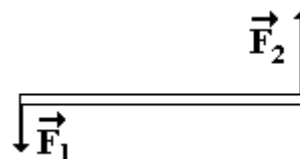
1. К точке твердого тела приложены три равные силы, действующие в одной плоскости под углом 120° друг к другу. Определить равнодействующую этих сил.



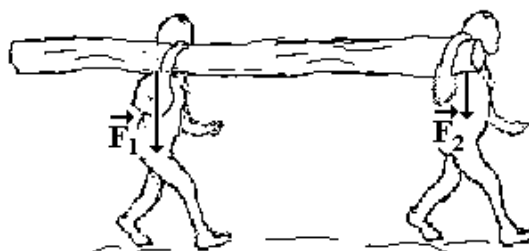
2. Три силы $F_1 = 12 \text{ Н}$, $F_2 = 6 \text{ Н}$ и $F_3 = 8 \text{ Н}$ приложены к одной точке тела и лежат в одной плоскости, образуя между собой два прямых угла. Определить равнодействующую этих сил.



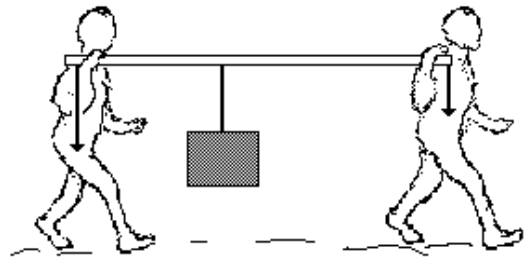
3. На стержень действуют две параллельные силы $F_1 = 10 \text{ Н}$ и $F_2 = 25 \text{ Н}$, направленные в противоположные стороны. Точки приложения сил расположены на расстоянии 1,5 м друг от друга. Определить равнодействующую сил и точку её приложения.



4. Два человека несут бревно массой 100 кг. Один поддерживает бревно на расстоянии 2 м от его конца, а второй – противоположный конец бревна. Длина бревна 8 м. Определить силу нагрузки на каждого человека.



5. Два человека несут груз на стержне длиной 180 см. Нагрузка на одного человека в два раза больше, чем на другого. Где находится груз? Вес стержня не учитывать.



Ответы к задачам раздела «Статика»

1. 0. 2. 7 Н. 3. 15 Н; 1,07 м. 4. 653,3 Н; 326,7 Н.
5. На расстоянии 0,6 м от человека с большей нагрузкой.

4. ГИДРОСТАТИКА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ЗАКОНЫ

Гидростатика – это раздел механики, в котором изучают равновесие жидкостей и их взаимодействие.

Давление P – это физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади

$$P = \frac{F_n}{S},$$

где F_n – сила нормального давления, S – площадь поверхности, к которой приложена сила.

Единица измерения давления в СИ – паскаль (Па). Атмосферное давление измеряют также в мм рт.ст. (миллиметрах ртутного столба): 1 мм рт.ст.=133 Па. Нормальное атмосферное давление:

$$\text{– атмосфера – } 1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт.ст.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Закон Паскаля (закон гидростатики): *жидкость или газ передают внешнее давление одинаково во всех направлениях.*

Закон Паскаля имеет большое значение для техники. Например, он используется в механизме, который называется *гидравлический пресс* (рис. 4.1). Гидравлический пресс дает выигрыш в силе ($F_2 > F_1$) во столько раз, во сколько раз площадь S_2 больше площади S_1 :

$$F_2 = F_1 \cdot S_2 / S_1.$$

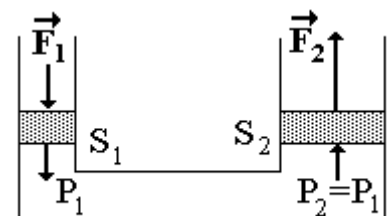


Рис. 4.1

Закон Архимеда: на тело, погружённое в жидкость, действует выталкивающая сила F_A , равная весу вытесненной телом жидкости $P_{\text{ж}}$, направленная вертикально вверх и приложенная к центру тяжести вытесненного объёма (рис. 4.2)

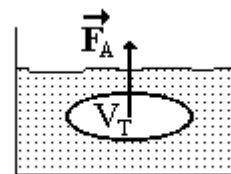


Рис. 4.2

$$F_A = P_{\text{ж}} = m_{\text{ж}} \cdot g = \rho_{\text{ж}} \cdot V \cdot g; \quad F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot V_T \cdot g,$$

где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости; V – объём вытесненной жидкости, равный объёму погружённого тела V_T .

Выталкивающая сила F_A называется также силой Архимеда, или гидростатической подъёмной силой.

Если вес тела меньше выталкивающей силы, тело всплывает на поверхность, пока вес погружённой части тела станет равным весу вытесненной жидкости. Если вес тела больше выталкивающей силы, тело тонет. Если вес тела равен выталкивающей силе, тело плавает внутри жидкости.

Новые слова к теме «Гидростатика»

атмосфера	вытеснять	железо
гидравлический пресс	выталкивать	ртуть
выигрыш	выталкивающая сила	латунь
погружать	подъёмная сила	кирпич
производить (создавать)	всплывать	стекло
фундамент	тонуть	керосин
стена	плавать	
море	лёд, льдина	

Контрольные вопросы к теме «Гидростатика»

1. Что такое давление? В каких единицах измеряется давление?
2. Какая существует связь между нормальной атмосферой, паскалем и мм рт.ст.?
3. Сформулируйте закон Паскаля. Где в технике используется этот закон?
4. Сформулируйте закон Архимеда.
5. Чему равна выталкивающая сила (сила Архимеда) и как она направлена?

Задачи к разделу «Гидростатика»

1. Какое давление производит на фундамент кирпичная стена высотой 20м? (плотность кирпича $1,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).
2. Стекло массой 0,14 кг весит в воде 0,82 Н. Найти плотность стекла (плотность воды $1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).
3. Тело в воздухе весит 2,41 Н, а в керосине – 2,17 Н. Определить плотность тела (плотность керосина $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).
4. Железо плавает в ртути. Какая часть объёма тела погружена в ртуть? (плотность железа $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, ртути $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).
5. Льдина плавает в море. Над водой находится её объём, равный 150 м^3 . Определить силу тяжести льдины (плотность морской воды $1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность льда – $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

Ответы к задачам по разделу «Гидростатика»

1. $3,53 \cdot 10^5 \text{ Па}$ 2. $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ 3. $8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ 4. 0,57 5. 10^7 Н

ЛИТЕРАТУРА

1. Вердеревская Н. Н., Егорова С. П. Сборник задач и вопросов по физике. – М.: Высш. школа, 1980. – 216 с.
2. Корочкина Л. Н., Каурова А. С., Шутенко Л. Д., Стасюк Б. П. Физика для студентов-иностранцев. – М.: Высш. школа, 1983. – 392 с.
3. Бондарь А. М., Чекарёв М. А., Троицкая В. В. Физика: МУ для студентов иностранцев. – Харьков: ХГУ, 1990. – 126 с.
4. Чернякова Л. Е. Конспект лекций по дисциплине «Физика» (вводная часть). – Харьков: ХТУРЭ, 1995. – 40 с.

РУССКО-АНГЛО-ФРАНКО-АРАБСКИЙ СЛОВАРЬ

Русский	Английский	Французский	Арабский
А			
абсолютный	absolute	absolu	مطلقا
автобус	bus	autobus	باص
алгебра	algebra	algèbre	الجبر
алгебраический	algebraic(al)	algébrique	جبري
ампер (А)	ampere	ampère	أمبير
антипараллельный	uniparallel	uniparallèle	متساوي ومضاد بالاتجاه
атмосфера	atmosphere	atmosphère	محيط جوي
атом	atom	atome	ذره
атомный	atomic	atomique	ذري
Б			
барометр	barometer	baromètre	بارومتر, مقياس للضغط الجوي
берег (реки)	bank	bord	ضفه
бросать	throw	jeter; lancer	رمى, قذف
брошенный	thrown	lancé, jeté	مقذوف
В			
вакуум	vacuum	vakuum; vide	فراغ
ватт (Вт)	watt (Wt)	watt	واط
вблизи	close; near	de près; côté de	عن قرب
вектор	vector	vecteur	كميه موجهة
величина	quantity	grandeur	كميه, قدر
велосипедист	bicyclist	cycliste	راكب دراجه هوائيه
вертикаль	vertical	verticale	خط رأسي
вертикальный	vertical	vertical	عمودي, رأسي
вес	weight	poids	وزن
вещество	substance	substance	ماده

взаимодействие	interaction	intéraction	تبادل, تعاون
взаимодействовать	interact	intéragir	تعاون, تفاعل
взаимосвязь	correlation	corrélation	ارتباط متبادل
вид	kind	espèce	مظهر, نوع
винтовка	rifle	fusil	بندقية
включить (вставить)	include	faire partie	أشتمل على, شغل
внешний	external	extérieur	خارجي
внутренний	internal	intérieur	داخلي
вогнутый	concave	concave	مجوف, مقعر
вода	water	eau	ماء
вокруг	around, about	autour	حول
волна	wave	onde	موجة
вольт	volt	volt	فولت
вопрос	question	question	سؤال
вращаться	rotate, revolve	tourner	التفاف, استدار
время	time	temps	وقت
всемирный	universal	universel	عالمي
всплыть (всплывать)	surface, emerge	monter à la surface	عام على سطح الماء
встреча	meeting	rencontre	لقاء
выигрыш	prize	gain	ربح, كسب
выпуклый	convex	convexe	ناتئ, أحذب
выражение	expression	expression	تعبير عن, عباره
высота	height	hauteur	ارتفاع
выталкивать	push out	pousser, expulser	أخرج دفعا
выталкивающая (сила)	buoyant force	poussée d'Archimède	القوة الدافعه
вытекать	flow (run) out	découler	نبع

вытеснять	displace	déplacer, évincer	أزاح, أخرج
вычисление	calculation	calcul	حساب
вычислять	calculate	calculer	حسب, أحصى
вычитание	subtraction	soustraction	طرح
Г			
газ, газовый	gas	de gas, gazeux	غاز, غازي
геометрия	geometry	géométrie	علم الهندسه
геометрический	geometrical	géométrique	هندسي
герц (Гц)	hertz (Hz)	hertz (Hz)	هيرتز
гидравлический (пресс)	hydraulic (press)	(press) hydraulique	هيدروليكي
гидростатика	hydrostatics	hydrostatique	علم استاتيكا السوائل
горизонтальный	horizontal	horizontal	أفقي
гравитация	gravitation	gravitation	جاذبية
гравитационный	gravitational	gravitationnel	متجاذب, تجاذبي
градус	degree	degré	درجه
грамм	gram	gramme	جرام
график	graph, diagram	graphique	رسم, رسم هندسي
груз	load, weight	charge, poids	حمل, ثقل
Д			
давить	press	exercer la pression	يضغط
давление	pressure	pression	ضغط
дальность	distance	distance, portée	بعد, مدى, مسافة
данный	given	donné	معطى
движение	movement, motion	mouvement, déplacement	حركة
двигаться	move	se mouvoir, se déplacement	يتحرك
двигатель	motor, engine	moteur	محرك

действие	action, operation	action	تأثير
действовать	act	agir	يؤثر
делить(ся)	divide	se diviser	يقسم, قسمه
дерево	tree	arbre	شجره
деревня	village, country	village	قرية
деформация	deformation	déformation	تشويه, تشوه
джоуль (Дж)	joule (J)	joule	جول
диагональ	diagonal	diagonale	خط قطري
диаметр	diameter	diamètre	قطر
дина	dyne	dyne	داين: وحدة القوة
динамика	dynamics	dynamique	علم الحركة
динамический	dynamical	dynamique	حركي, ديناميكي
динамометр	dynamometer	dynamomètre	مقياس القوة
длина	length	longueur	طول
дом	house	maison	بيت
дополнять	supplement	compléter	يضيف
дополнительный	supplementary	supplémentaire	اضافي
другой	another	autre	آخر, مختلف
дуга	arc	arc	قوس
Е			
единица	unit	unité	وحده
~ измерения	~ of measurement	~ de mesure	وحدة للقياس
~ длины	~ of length	~ de longueur	وحدة للطول
~ массы	~ of mass	~ de masse	وحدة للكتلة
если	if	si	إذا
ехать (едет)	drive, go	aller	يذهب راكبا, يقود

Ж			
железо	iron	fer	حديد
жёсткость ~ пружины	rigidity ~ of a spring	rigidité raideur du ressort	عسر, جسوءة النابض
жидкий	liquid, fluid	liquide	سائل
З			
зависеть	depend (on)	dépendre	يعتمد على
зависимость	dependence	dépendance	اعتماد
задача	problem, sum	problème	مسألة
закон	law; principle	loi	قانون
замедленный	retarded	ralenti	تباطئ
замедленное движение	retarded motion	mouvement retardé	حركة متباطئه
замкнутый	closed, isolated	fermé	مغلق, معزول
заряд	charge	chargé	شحنه
затрачивать	spend	dépenser	يفقد
затраченная работа	spent work	travail dépensé	عمل مفقود
земля	earth, ground	la terre	أرض
значение	value	valeur, signification	معنى
И			
идеальный	ideal	idéal, parfait	مثالي
идти	go, walk	marcher, aller	ذهب ماشيا
известный	known	connu	معروف
изменение	change	changement	تغير
изменять(ся)	change	se changer	يغير
измерение	measurement	mesurage, mesure	مقياس
измерять	measure	mesurer	يقيس
изолированный	isolated	isolé	معزول, منعزل

изучать	study, learn	étudier	يتعلم, يدرس
иметь	take	avoir	يملك
импульс	impulse	impulsion	نبض, إشارة, دفع القوة, ضغط القوة
инертность	inertness	inertie	خمول, قصور
инерция	inertia	inertie	قصور ذاتي
инерциальный	inertial	inertial	قصوري
интервал	interval	intervalle	فاصل
интернациональный	international	international	عام, عالمي
искусственный	artificial	artificiel	صناعي
исчезать	disappear	disparaître	يختفي
К			
каждый	each, every	chacun	كل, كل واحد
какой	what, which	comment, quel	ماذا, أي
кандела	candela	kandel	كاندلا
касательная	tangent	tangente	مماس, خط التماس
качение	rolling	roulement	انزلاق
квадрат	square	carré	مربع
квадратный (корень)	square (root)	carré(e)	تربيعي, جذر تربيعي
кельвин	kelvin	kelvin	كالвин
керосин	kerosene	kerosene	كيروسين
килограмм	kilogram(me)	kilogramme	كيلو جرام
кинематика	kinematics	cinématique	علم الحركة المجردة
кинематический	kinematic	cinématique	علم الحركي المجرد
кинетический	kinetic	cinétique	حركي
кипеть	boil	bouillir	يغلي
кирпич	brick	brique	طوبة
классический	classical	classique	كلاسيكي

книга	book	livre	كتاب
колебание	oscillation, vibration	oscillation	ذبذبة
количество	quantity	quantité	كمية
конец	end	fin	آخر, نهاية
конечный	final	final	نهائي
контакт	contact	contact	اتصال, تواصل, احتكاك
коньки	skates	patins	تزلج
конькобежец	skater	patineur	متزلج
координата	coordinate	coordonnée	احداثي
косинус	cosine	cosinus	جتا, منحنى
коэффициент	coefficient	coefficient	معامل
кран	crane	grue, robinet	صمام
кривая	curve	courbe	منحني
криволинейный	curvilinear	curviligne	خط منحنى
куб	cube	cube	تكعيبي
кубический	cubic	cubique	تكعيبي
Л			
латунь	brass	laiton	نحاس أصفر
лёд	ice	glace	ثلج
льдина	block of ice, ice-floe	glaçon	كتلة من الثلج
лежать	lie	trouver	بسنلقي
лететь	fly	voler	يطير
линейный	linear	linéaire	معوج, منكسر منحنى
линейная функция	linear function	fonction linéaire	وظيفة خطية
линия	line	ligne	خط, سطر
лифт	elevator, lift	ascenseur	مصعد
ломаный	broken	cassé	مكسور

лодка	boat	bateau	قارب
луна	moon	lune	قمر
любой	any	lequel, chacun	أي
M			
магнетизм	magnetism	magnétisme	مغناطيس
магнитный	magnetic	magnétique	مغناطيسي
Марс	Mars	hune	كوكب مارس
масса	mass	masse	كتلة, وزن
масштаб	scale	échelle	مقاس, مقدار
материя	matter	matière	مادة
материальная точка	material point	point matériel	النقطة المادية
материальный	material	matériel	مادي
машина	car	voiture	سيارة
маятник	pendulum	pendule	بندول
мгновение	moment, instant	instant	لحظة
мгновенный	flash, instantaneous	instantané	لحظي
международный	international	international	عالمي
меньше (от «мало»)	less (little)	inferieur	أقل, قليل
мера	measure	mesure	قياس
место (встречи)	place (of meeting)	place de rencontre	مكان للقاء
метр	meter	mètre	متر
механика	mechanics	mécanique	ميكانيكا
механический	mechanical	mécanique	ميكانيكي

мир	world	le monde	عالم
модуль	modulus	module	قيمه مطلقة
молекула	molecule	molécule	جزئية
молекулярный	molecular	moléculaire	جزئي
моль	mole	mole	مول
момент	moment	moment	لحظة
момент силы	moment of force	moment d'une force	القوة اللحظية
море	sea	mer	بحر
мотор	motor, engine	moteur	ماتور
мощность	power	puissance, capacité	قدرة
Н			
навстречу, ~ друг другу	to meet,	a la recontre à la recontre les uns des au	الى اللقاء
называть(ся)	call	s'appelle	يسمى
наклонный	inclined	incliné	منحني
намного (очень много)	much more	beaucoup	كثير جدا
направление	direction	direction	اتجاه
направленный	directed	dirigeable	اتجاهي
например	for example	par exemple	مثال
наука	science	science	علم
находить(ся)	to be situated	se trouver	تقع, توجد
начало	beginning	commencement	ابتداء
начальный	initial, first	initial	ابتدائي

невесомость	weightlessness	impondérabilité	عديم الوزن
независимый	independent	indépendant	مستقل, استقلال
нейтральный	neutral	neutre	عادي
некоторый	some	certain	بعض
нельзя	it's impossible	on ne peut pas	ممنوع, غير ممكن
неподвижный	immovable	immobile	غير متحرك
непрерывный	continuous	continu	مستمر, متواصل
неравномерный	uneven, irregular	non uniforme	غير متساوي
неровный	uneven	anguleux, irrégulier	غير مستقيم
несколько	a few, some	quelques, un peu	البعض, قليل
неустойчивый	unstable	instable	غير ثابت
нормальное (центростреми- тельное) ускорение	normal (centripetal) acceleration	accélération normal (centripète)	تسارع منتظم
нулевой	zero	zéro, nul	صفري
ньютон (Н)	newton (N)	Newton	نيوتن
О			
обладать (энергией)	possess, own	posséder	حاز, امتلك
обмен	exchange	échange	تبادل
обозначать	designate, mean	désigner	علاقه, يوضح
обозначение	denotation	désignation	توضيح
оборот	revolution, rotation	l'échange, tour	دورة
обратно (назад)	back	inversement	عكس, خلف
объект	object	objet	شيء
объем	volume	volume	حجم
одинаковый	equal, identical	le même, indentique	متساوي
одновременно	simultaneously	simultanément	في نفس الوقت
однородный	uniform, homogeneous	uniforme, homogène	من نفس النوع

окружающий	surrounding	l'entourage	محيط
окружность	circle, circumference	circonférence	احاطه
описать (описывать)	describe	décrire	وصف وصف
определенный	definite	défini	تعريف, معرف
определять	define	définir	يعرف
оптика	optics	optique	علم البصريات
опустить	pull down	abaisser	أنزل
опыт	experiment	expérience	خبرة
основной	basic	fondamental	أساسي
остановка	stop	arrêt, stoppage	محطة, توقف
ось	axis	axe	محور
оси координат	coordinate axes	axes de coordonnées	المحور الأحداثي
ответ	answer, reply	réponse	جواب
отвечать	answer, reply	répondre	يجابوب
отдача	return	retour	عطاء, مردود, ارتداد
отдача винтовки	kick	retour de fusil	ارتداد البندقية
отдельно	separately	à part	منفصل
отдельный	separate	séparé	انفصالي
отличие	difference, distinction	différence, distiction	اختلاف
отличать	differ	distinguer	يختلف, يميز, يفرق
относительно	relatively	relativement	بالنسبة الى
относительный	relative	relatif	تناسبي, متناسب
отношение (mat.)	ratio, relation	relation	علاقة
отрезок	piece, segment	segment	خط بطول معين
отрицательный	negative	négatif	سالبي
отсчет	reference	référence	حساب, اسناد
отталкивание	repulsion	répulsion	تنافر

II			
падать	fall, drop	tomber, baisser	يسقط
падение	fall	chute, baisse	سقوط
парабола	parabola	parabole	قطع مكافئ
параметр	parameter	paramètre	بارومتر
параллель(ный)	parallel	parallèle	متوازي
параллелограмм	parallelogram	parallelogramme	متوازي الأضلاع
паскаль (Па)	pascal (Pa)	pascal (Pa)	باسكال
переменное (движение)	variable (motion)	mouvement varie	حركة متغيرة
перемещение	displacement	déplacement	اختلاف, امتزاج
перемещать	displace	déplacer	يخلط, يمزج
переносить	transfer	transférer	ينقل
период	period	période	دوره
перпендикулярный	perpendicular	perpendiculaire	عامودي
плавать	float	flotter, nager	يسبح
плечо силы	force arm	bras de force	ذراع القوة
плоскость (плоский)	plane	plan	مستوى مستوي
плотность	density	densité	كثافة
площадь	area	surface, aire	مساحة
поверхность	surface	surface	سطح
погружать	immerse	plonger, submerger	غطس
подвес	suspension	suspension	تحميل, تعليق
подвесить	hang up, suspend	suspendre	يحمل, يعلق
подъем	lifting	montée	رفع, صعود
подъёмная сила	elevating force	force de élévateur	القوة الرافعة
подставить (в формулу)	substitute (into the formula)	substituer (dans la formule)	عوض, استبدال (بالمعادلة)
поезд	train	train	قطار

показать	show	montrer, voir	يظهر, يري
покоиться (покой)	rest	reposer	سكون, ساكن
полезный	useful	utile	نافع
полный	full, total	total, complet	كامل, ممتلئ
положение	position	position	وضعية
положительный	positive	positif	ايجابي
получать	receive, gain	recevoir, obtenir	يستلم
помощь	help	aide	مساعده
понятие	idea, notion	idee, notion	مفهوم, معتقد
поперечный	transverse, cross	transversal	افقي تقاطع
построение	construction	construction	رسم, انشاء
построить (график)	draw (graph); plot	construire un graphique	ينشأ يرسم المخطط
постоянный	constant	constant	ثابت
потенциальная энергия	potential energy	énergie potentielle	محتمل
потери	loss, waste	perte	فقدان
поэтому	therefore	c'est pourquoi	لذلك
правило	rule	règle	صحيحة, مسلم
превращать	turn (into); transform	transformer	يرجع, يعود
предел	limit	limite	امتداد
предмет	object	objet	ماده
представить	present, produce	produire	قدّم
пренебречь (не учитывать)	neglect	négliger	اهمل
преодолевать	overcome; get over	surmonter	قهر
препятствие	obstacle	obstacle	عقبة, اعاقة
приблизительно	approximately; about	approximativement	تقريبا
прибор	instrument	appareil	أداة

пример	example	exemple	مثال
принять	assume; take	accepter, admettre	قبل, اتخذ, أعتبر
природа	nature	nature	طبيعة
приложение (точка приложения)	application (point of application)	application (point de application)	المجاورة, المتاخمة (نقطة الجاورة)
применять	use; apply	appliquer	استخدم, استعمل
приобретать	acquire	acquérir	اكتسب, حصل
притягивать	attract	attirer	جذب, سحب
притяжение	attraction	atraction	جاذبية, اجتذاب
причина	cause; reason	raison	سبب
проводить (черту)	draw (a line)	faire (ligne)	يرسم, يعمل خط
проекция	projection	projection	مسقط, اسقاط
произведение	product	production	اشتقاق
производить (создавать)	make; execute	produire, operer	يشق
производный	derived	dérivé	مشتق
происходить	take place; occur	passer	يصبح
пройденный	passed	passé	يمرر
промежуток (отрезок)	interval, space	intervalle	فاصل, مسافة
пропорциональный	proportional	proportionnel	تناسب
прямая	direct	dépendance	تسارع طردي
пропорциональная зависимость	proportional dependence	directement proportionnelle	اعتماد
обратная	inverse	dépendance	عكسي
пропорциональная зависимость	proportional dependence	inverement proportionnelle	
простой	simple, easy	simple	بسيط
пространство	space; area	espace	فضاء, مساحة

противоположный	contrary; opposite	opposé	وضعية عكسية
процесс	process	procès	عملية
пружина	spring	ressort	نابض, زنبرك
прямая (линия)	direct (line)	la ligne droit	خط مستقيم
прямолинейный	rectilinear	rectiligne	مستقيم
прямоугольник	rectangle	rectangle	مثلث قائم الزاوية
пуля	bullet	balle	رصاصة
пункт	point	point	فقرة
путь	road; way	chemin, voie	طريق
P			
работа	work	travail	عمل
равенство	equality	égalité	متزن
равновесие	equilibrium	équilibre	توازن, اتزان
равнодействующий	resultant	résultante	محصلة
равнозамедленное движение	uniformly retarded motion	mouvement uniformement	تباطوء منتظم
равномерное движение	uniform motion	mouvement uniforme	حركة منتظمة
равнопеременное движение	uniformly variable motion	mouvement uniformément varié	تسارع ثابت
равноускоренное движение	uniformly accelerated motion	mouvement uniformement accélère	حركة ثابتة التسارع
равняться	be equal (to)	égalite	يجعله متساوي
радиан	radian	radian	راديан: زاوية
радиус	radius	radiuse	نصف قطر
раздел (часть)	part	parte, chapitre	جزء, قسم
различие	difference; distinction	différence	مختلف, متباين

размер	dimension, size	dimension	قياس
размерность (единица измерения)	measure (unit of measure)	dimension	وحدة القياس
разность	difference	différence	اختلاف
разорваться (о снаряде)	explode, burst	déchirer	ينفجر
ракета	rocket	fusée	صاروخ
рассмотреть	examine, consider	considerer	يبحث
расстояние	distance	distance	مسافه
растяжение	tension; stretching	distention	سحب, تمطط
реактивный	jet	réactif	نفاث
результат	result	résultat	نتيجه
резльтирующий	resultant	résultante	ناتج
река	river	rivière	نهر
рисунок (рис.) (в книге)	illustration; picture	illustration, dessin	رسمه, صورہ
ртуть	mercury	mercure	زئبق
C			
самолет	airplane	avion	طائره
свет	light	lumiere	ضوء
светить	shine	luminer	يضيء, يشع
свободный	free	libre	حر
свободное падение	free fall	chute libre	السقوط الحر
свойство	property	propriété	خاصية
связь	tie; bond	liaison, lien	رابطه, شبكه, وصله
секунда	second	second	ثانية
сечение	section	section	مقطع
сжатие	compression	compression	ضغط
сжимать (сжать)	compress	se comprimer	يضغط

сила (тяжести)	force (of gravity)	force (de poids)	قوة
символ	symbol	symbol	رمز
система	system	systeme	جهاز
скаляр	scalar	scalaire	كمية عددية لا موجهة
скалярная величина	scalar quantity	grandeur scalaire	عددي
складывать / сложить	add, sum up	additionner	يضيف, يزيد
скользить	slide	glisser	انزلق, تزلق
скольжение	sliding	glissement	انزلاق
скорость	velocity, speed	vitesse	سرعه
слева	on the left	à gauche	الى اليسار
следовательно	therefore	par conséquent	بالتالي
сложение	addition	addition	جمع
сложить (складывать)	add	additionner	يضيف, يزيد
сложное движение	compound motion	mouvement composé	حركه معقدة
снаряд	gear	obus	قذيفة
совершить	do; make	accomplir	يصنع, يعمل, يفعل
соединять	connect; join	lier, unir	يوصل
совпасть	coincide	coïncider	طابق, وافق
солнце	sun	soleil	شمس
сообщить скорость	give velocity	donner une vitesse	بلغ, اعلم السرعة
соответствовать	correspond	correspondre	تتوافق
соотношение	relation	corrélation	مع العلاقه
соприкасаться	adjoin, come into contact	toucher	تلامس, تماس
сопротивление	resistance	résistance	مقاومة الهواء
составить (составлять)	put together, make up, form	poser, mettre	الف, كون, وضع
составляющий	component	composant	مرکبة

состояние	state	état	حالة
справа	on the right	à droite	الى اليمين
справедливый	valid, fair	juste	عدل
способ	way, method	mode, procédé	طريقة
сравнить	compare	comparer	يقارن
среди (между)	amidst, among	entre	بين
средний	average, mean	moyen	متوسط
сталкиваться	collide	se heurter	تصادم
статика	statics	statique	استاتيكا, سكون
стекло	glass	verre	زجاج
стена	wall	mur	حائط, جدار
стерадиан	steradian	stéradian	زاوية نصف قطرية مجسمة
стол	table	table	طاولة
сторона	side	côté	جهة
стрелка	arrow	flèche, aiguille	سهم, مؤشر
стремиться	aspire	aspirer	سعى وراء
сумма	sum	somme	مجموع
сутки	twenty four hours, day	vingt-quatre heures	24 ساعة, يوم
считать	consider	considéré	يعد, يحسب
T			
таблица	table	table	جدول
твёрдый	solid	ferme	صلب
тележка	light cart, hand cart	chariot	عربة, ناقلة
телесный (mat.)	corporal, solid	corporel	جسدي, مجسم
тело;	body;	corps	جسم
тело (физ.)	solid		
температура	temperature	température	حراره

тепло	heat	chaleur	حراره, دفي
тепловой	heat, thermal	thermique	حراري, دافي
термодинамика	thermodynamics	thermodynamique	ترموديناميكا, ديناميات حرارية
термометр	thermometer	thermomètre	ثيرمومتر
тетрадь	copy-book	cahier	دفتر
течение (в течение)	during	durant	خلال, أثناء
течение (реки)	river current	courant de la rivière	سيلان, تيار
ток	current	courant	تيار
толщина	thickness	épaisseur	سمكه
тонуть	drown; sink (о предмете)	noyer	غرق, غطس
топливо	fuel	combustible	وقود
тормозить	brake	freiner	يوقف
торможение	breaking	freinage, bloquage	توقف
точка	point	point	نقطه
точка материальная	material point	point matériel	نقطة مادية
траектория	trajectory	trajectoire	مسار, مدار
трение	friction	frottement, friction	احتكاك
~ качения	rolling ~	~ de roulement	احتكاك الدروج
~ покоя	resting ~	~ de repos	احتكاك السكون
~ скольжения	sliding ~	~ de glissement	احتكاك انزلاقي
треугольник	triangle	triangle	مثلث
турист	tourist	touriste	سائح
тяга (тех.)	traction	traction	شد, سحب
тяготение	gravitation	gravitation	

тяжесть, сила тяжести	gravity	gravité	ثقل, قوة الثقل
тянуть	pull, draw	durer	يسحب, يجذب
у			
увеличение	increase	augmentation	زيادة, تضخم
увеличиваться	increase	augmenter, grandir	يتزايد, ينضخم
угол	angle	angle	زاويه
угол поворота	angle of rotation	angle de tournant	زاوية الانعطاف, الانحراف
угловой	angular	angulaire	زاوي, منحرف
удлинение	lengthening	allongement	تطويل, يجعل الشيء طويلا
указывать	show, indicate	indiquer	يظهر, يعرض
уменьшать	decrease	diminuer, se réduire	ينقص
уменьшение	decrease	diminution	نقص
умножение	multiplication	multiplication	ضرب
упругость	elasticity	élasticité	مرونة
уравнение	equation	équation	معادلة, مساواة
ускорение	acceleration	accélération	تسارع
условие	condition, requirement	condition	شرط
устойчивое (равновесие)	stable (equilibrium)	(équilibre) stable	ثبات, اتزان
устойчивость	stability	stabilité	استقرار, ثبات
участок	part, portion	partie	جزئ
учесть (учитывать)	take into consideration	prendre en considération	حسب, جرد
Ф			
фигура	figure	figure	شكل, رسم
физика	physics	physique	علم الفيزياء
физический	physical	physique	فيزيائي

форма	form, shape	forme	شكل
формула	formula	formuler	صيغة, وصفة
формулировать	formulate	formuler	يصيغ, شكل
фундамент	base	fondation, fondement	اساس, قاعدة
функция	function	fonction	وظيفه
линейная ~	linear ~	~ linéaire	
квадратичная ~	quadratic ~	~ quadratique	
футбольный (мяч)	football	ballon de football	كرة قدم
Х			
характеристика	character	caractéristique	صفه, سمه
характеризовать	characterize	caractériser	يصف
Ц			
цвет	colour	couleur	لون
центр	centre	centre	مركز, وسط
~ массы	~ of mass	~ de masse	مركز الكتله
~ тяжести	~ of gravity	~ de gravité	
центростремительное ускорение	centripetal acceleration	accélération centripète	جاذب الى المركز
Ч			
чайник	kettle	bouilloire	ابريق شاي
частица	particle	particule	جزيئ
частота	frequency	fréquence	تردد
часть	part	partie	جزئ
часы	watch	montre	ساعه
человек	person	personne	انسان
число	number	nombre	رقم, عدد
численный	numerical	numérique	عددي, رقمي
Ш			
шаг	pitch, step	augmentation, pas	خطوه

шар	ball, sphere	boule, sphère	بالون
шарик	small ball	petite boule, bille	بالون صغير
ширина	breadth	largeur	عرض
шкала	scale	échelle	مقياس
Э			
эквивалентный	equivalent	équivalent	مكافئ
экватор	equator	équateur	خط الاستواء
экскаватор	excavator	excavateur	جرافة
эксперимент	experiment	expérience	تجربه
экспериментальный	experimental	expérimental	تجريبي
электрический	electric	électrique	كهربائي
электричество	electricity	électricité	كهرباء
электродвигатель	electromotor	électromoteur	محرك كهربائي
электрон	electron	électron	الالكترون
электромагнитный	electromagnetic	électro-magnétique	كهرومغناطيسي
элемент	element	élément	عنصر, ماده
элементарный	elementary	élémentaire	عنصري, مادي
энергия	energy	énergie	طاقه
эффект	effect	effet	تأثير
Я			
явление	phenomenon	phénomène	ظاهره
являться	be	être	تتضمن
ядро	core, nucleus	noyau	نواة
ядерный	nuclear	nucléaire	نووي

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Тема 1. Общие понятия в физике	3
Тема 2. Механическое движение и тело отсчёта. Материальная точка	7
Тема 3. Движение материальной точки. Траектория. Путь. Перемещение	10
Тема 4. Физические величины и единицы их измерения	12
Тема 5. Векторные и скалярные физические величины	16
Тема 6. Действия с векторами	17
Тема 7. Параметры прямолинейного движения – скорость и ускорение	21
Физический диктант «Вводный курс по физике»	23
МЕХАНИКА	24
1. Кинематика. Основные положения	24
1.1. Прямолинейное равномерное движение	25
1.2. Прямолинейное неравномерное движение	26
1.3. Криволинейное равномерное движение	27
1.4. Криволинейное неравномерное движение	28
Контрольные вопросы к теме «Кинематика»	29
Задачи к разделу «Кинематика»	30
2. Динамика. Основные положения и законы	32
2.1. Сила. Инерция. Первый закон Ньютона	32
2.2. Масса. Импульс. Второй и третий законы Ньютона	32
2.3. Закон сохранения импульса замкнутой системы	33
2.4. Силы в механике. Закон всемирного тяготения	34
2.5. Трение. Движение тела по горизонтальной и наклонной поверхности	36
2.6. Упругая деформация. Закон Гука	38
2.7. Механическая энергия и работа. Мощность. Коэффициент полезного действия	39
2.8. Виды механической энергии. Закон сохранения энергии	41
Контрольные вопросы к теме «Динамика»	42
Задачи к разделу «Динамика»	43
3. Статика. Элементы статики твёрдого тела	45
Контрольные вопросы к теме «Статика»	48
Задачи к разделу «Статика»	48
4. Гидростатика. Основные понятия. Законы	49
Контрольные вопросы к теме «Гидростатика»	50
Задачи к разделу «Гидростатика»	51
Литература	51
Словарь русско-англо-французско-арабский	52

Навчальне видання

**ЧЕРНЯКОВА Людмила Юхимівна,
МАЛЄЄВ Олександр Іванович,
ПРИЛУЦЬКА Яна Миколаївна**

ФІЗИКА

Навчально-методичний посібник
для іноземних учнів підготовчого відділення

(рос. мовою)

Відповідальний за випуск *Л. М. Горнова*
Редактор *М. З. Аляб'єв*
Коректор *З. І. Зайцева*

План 2005, поз. 358

Підп. до друку 21.02.2005
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60 x 84 1/8
Ум. друк. арк. 3,7
Тираж 150 пр. (50- додатково)

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4064 від 12.05.2011 р.